

Eneko Satrústegui Plano

APORTACIÓN DE LOS ROBOTS
PROGRAMABLES BEE-BOT EN
PRIMARIA

TFG/*GBL* 2013

Grado en Maestro en Educación Primaria
Lehen Hezkuntzako Irakasleen Gradua

Trabajo Fin de Grado
Gradu Bukaerako Lana

***APORTACIÓN DE LOS ROBOTS
PROGRAMABLES BEE-BOT EN PRIMARIA***

Eneko SATRUSTEGUI PLANO

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES
GIZA ETA GIZARTE ZIENTZIEN FAKULTATEA

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
NAFARROAKO UNIBERTSITATE PUBLIKOA

Estudiante / Ikaslea

Eneko Satrústegui Plano

Título / Izenburua

Aportación de los robots programables Bee-bot en Primaria.

Grado / Gradu

Grado en Maestro en Educación Primaria / Lehen Hezkuntzako Irakasleen Gradua

Centro / Ikastegia

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales / Giza eta Gizarte Zientzien Fakultatea
Universidad Pública de Navarra / Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Director-a / Zuzendaria

Alfredo Pina

Ainhoa Moreno (asesora externa)

Departamento / Saila

Departamento de Ingeniería Matemática e Informática / Matematika eta Informatika
Ingeniaritza Saila.

Curso académico / Ikasturte akademikoa

2013/2014

Semestre / Seihilekoa

Otoño / Udazkena

Preámbulo

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, establece en el Capítulo III, dedicado a las enseñanzas oficiales de Grado, que “estas enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un Trabajo Fin de Grado [...] El Trabajo Fin de Grado tendrá entre 6 y 30 créditos, deberá realizarse en la fase final del plan de estudios y estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título”.

El Grado en Maestro en Educación Primaria por la Universidad Pública de Navarra tiene una extensión de 12 ECTS, según la memoria del título verificada por la ANECA. El título está regido por la *Orden ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria*; con la aplicación, con carácter subsidiario, del reglamento de Trabajos Fin de Grado, aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad el 12 de marzo de 2013.

Todos los planes de estudios de Maestro en Educación Primaria se estructuran, según la Orden ECI/3857/2007, en tres grandes módulos: uno, *de formación básica*, donde se desarrollan los contenidos socio-psico-pedagógicos; otro, *didáctico y disciplinar*, que recoge los contenidos de las disciplinas y su didáctica; y, por último, *Practicum*, donde se describen las competencias que tendrán que adquirir los estudiantes del Grado en las prácticas escolares. En este último módulo, se enmarca el Trabajo Fin de Grado, que debe reflejar la formación adquirida a lo largo de todas las enseñanzas. Finalmente, dado que la Orden ECI/3857/2007 no concreta la distribución de los 240 ECTS necesarios para la obtención del Grado, las universidades tienen la facultad de determinar un número de créditos, estableciendo, en general, asignaturas de carácter optativo.

Así, en cumplimiento de la Orden ECI/3857/2007, es requisito necesario que en el Trabajo Fin de Grado el estudiante demuestre competencias relativas a los módulos de formación básica, didáctico-disciplinar y practicum, exigidas para todos los títulos

universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria.

En este trabajo, dentro del módulo *de formación básica* la asignatura "Organización Social y Desarrollo Humano" nos ha permitido entender que la complejidad y la diversidad de la sociedad en la que vivimos, está reflejada en el aula en la que trabajaremos como futuros docentes y como tal debemos ser capaces de educar teniendo en cuenta esa realidad social.

Al analizar el uso de los robots programables tipo Bee-bot en educación primaria vemos que para programar los contenidos y las actividades, hay que tener en cuenta las necesidades del alumnado y los contextos sociales en los que se encuentran. Para que los alumnos/as desarrollen un sentido crítico y una sensibilidad social, el profesorado trabajará de forma transversal para que los niños/as adquieran un aprendizaje significativo.

La asignatura "Habilidades comunicativas y TIC " nos ha permitido diseñar y regular espacios de aprendizaje en contextos de diversidad, y conocer y aplicar en las aulas las tecnologías de la información y la comunicación.

El módulo *didáctico y disciplinar* con la asignatura " Sociedad, Familia y Escuela Inclusiva" se concreta en que a partir de la enseñanza-aprendizaje a través de las nuevas tecnologías, la familia del alumnado forma también parte de ese proceso de aprendizaje y de esa formación, así como el contexto en el que se encuentra cada uno de los centros educativos y la diversidad social que se puede encontrar en él.

Si no hay una coordinación y una participación activa por parte de todos los agentes educativos este tipo de tecnología y herramienta educativa no podrá introducirse, expandirse ni podrá funcionar en los centros de enseñanza. Es responsabilidad de todos guiar al alumnado en su camino hacia su propio aprendizaje y por ello, a lo largo del trabajo se resalta la importancia de la colaboración entre todas las personas implicadas en ese aprendizaje.

Por medio de la asignatura " La profesión Docente" somos conscientes de la gran importancia que tienen los planes y proyectos educativos del centro para trabajar con las nuevas tecnologías. La disponibilidad del profesorado hacia la indagación y el conocimiento de nuevas formas de enseñanza-aprendizaje, la formación previa para el uso de recursos tecnológicos en el aula o la formación continuada adquiere un matiz muy significativo en la robótica educativa. El interés del docente por conocer, comprender y utilizar los robots Bee-bot como herramienta en el aula puede fomentar su inclusión en los planes del centro y en los futuros proyectos educativos del centro.

A través de la asignatura "Desarrollo evolutivo y Aprendizaje" enmarcamos el trabajo con los robots dentro de los contextos de desarrollo y de aprendizaje de los niños y niñas. Para poder llevarlo a cabo es fundamental que el docente sepa partir desde una perspectiva en la que tenga en cuenta las diferentes dimensiones del alumno/a.

En la asignatura de "Procesos y contextos educativos" partimos de la gran relevancia que tienen las diferentes áreas curriculares de Primaria y la gran relación que tiene con nuestro trabajo como docentes. Para poder llevar a cabo las actividades con los robots que explicaremos a lo largo del trabajo, tiene que existir una relación interdisciplinar entre todas las asignaturas y el aprendizaje se realizará a partir de un contexto de diversidad.

Asimismo, el módulo *practicum* nos ha permitido experimentar y analizar los recursos tecnológicos de los que dispone el centro, valorar los efectos de su uso como herramienta educativa y las necesidades del centro para poder incorporar los robots de manera oficial en su organigrama. A partir de las prácticas realizadas en el centro, somos conscientes de la gran responsabilidad que supone ser docentes. Durante esos tres meses hemos adquirido técnicas, metodologías y recursos didácticos que pueden ser aplicados a la hora de incorporar los robots Bee-bot en el aula.

El módulo *optativo* se concreta en la asignatura de "Juego motor como elemento educativo" dentro de la mención de educación física, y nos ha permitido valorar el juego con los robots como recurso didáctico que puede ser llevado al aula. A través de los robots los alumnos están motivados y aprenden jugando, aprenden sin darse cuenta y les permite desarrollar aprendizajes significativos. En el juego es el propio

alumno el que aporta soluciones a los problemas planteados, y la utilización de los robots también posibilita una mayor interacción entre los alumnos favoreciendo el desarrollo de hábitos de cooperación y convivencia. Además, aprenden a valorar y a reflexionar acerca del tiempo, el espacio y de la dificultad de la actividad propuesta, lo cual permite adquirir una serie de conocimientos que pueden ser llevados a la asignatura de educación física.

Además de los módulos nombrados anteriormente, a lo largo del texto iremos citando los contenidos que se correspondan a otras asignaturas cursadas durante el Grado de Maestro en Educación Primaria.

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es reflexionar sobre el uso de los robots programables Bee-bot, tanto para trabajar el currículo, como para trabajar por competencias, como para motivar e introducir las nuevas tecnologías y los lenguajes de programación a los alumnos/as. Para ello, se analizarán los usos de estos robots en primer ciclo de educación primaria del Colegio Cardenal Ilundain.

El Bee-bot es un material educativo diseñado para desarrollar las capacidades elementales de la programación y sus implicancias: ubicación espacial y cognición, motricidad y percepción, lógica y estrategia. Estos robots realizan movimientos en ángulos de noventa grados, y deben programarse para conseguir una secuencia coherente sobre cada plantilla.

La metodología utilizada será la entrevista como fuente de información, la observación práctica en el Colegio Cardenal Ilundain y el análisis de la información generada.

Palabras Clave: Robótica educativa; Bee-bot; TIC; Competencias Básicas; Teorías de aprendizaje

Abstract

The main purpose of this work is to analyze the use of programmable robots Bee-bot, to work with curriculum and for competency. At the same time, to motivate and introduce new technologies and programming languages to students. For this, the uses of this robots in the first cycle of primary education, will be analyzed at the school Cardenal Ilundain.

The Bee-bot is an educational tool designed to develop the basic skills of programming and their implications: location and spatial cognition, motor skills and perception, logic and strategy. These robots make movements in ninety-degree angles, and can be programmed to achieve a coherent sequence for each template.

For this work, we will use a methodology based on the interview like an important source of information, the practical observation of “Cardenal Ilundain” school and the analysis of all the information that we have obtained.

Key Words: Robotic education; Bee-bot; ICT; Basic Skills; Learning theories.

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes, objetivos y cuestiones	7
2.1. Historia de las TIC: movimientos y producciones	7
2.2. Funcionalidad de las TIC	12
2.3. El camino de España hacia la sociedad de la información	14
2.4. Navarra y la integración de las TIC	17
2.4.1. Proyecto Integra TIC/IKT	17
2.4.2. Red de centros	19
3. Marco Teórico	20
3.1. Fundamentación	20
3.1.1. La Robótica Educativa	20
3.1.2. Teorías del aprendizaje que fundamentan la RE	22
3.1.2.1. Teoría de J. Piaget	22
3.1.2.2. El modelo de L.S. Vygotski	26
3.1.2.3. El Construccinismo de Papert y la teoría constructivista.	29
3.1.3. Presencia de la RE en el currículum	31
3.1.4. Utilidades de la RE	34
3.1.5. El robot programable Bee-bot	36
3.1.6. Aportaciones de los robots Bee-bot en educación.	38
3.1.7. Bee-bot y diversidad.	40
3.2. Implicaciones Docentes	42
3.2.1. Generales	42
3.2.2. Particulares: Colegio Cardenal Ilundáin	43
4. Material y métodos	43
4.1. Materiales	43
4.2. Metodología	43
5. Resultados y Discusión	51
5.1. Robots Bee-bot	51
5.2. Resultados de la observación y entrevista	52
5.3. Propuesta	54
6. Conclusiones	55
Referencias	
Anexos	
A. Anexo I: Entrevista Ainhoa Moreno	
B. Anexo II: Plantillas Bee-bot	

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este trabajo realizaremos un análisis de la metodología que están utilizando en el colegio Cardenal Ilundain para poder utilizar estos robots en las aulas de primer ciclo de educación primaria. Junto con esto, pretendemos valorar y reflejar las aportaciones de los robots programables Bee-bot en la enseñanza primaria como herramientas educativas para trabajar el currículo y las competencias básicas. Se trata de un material motivador y sencillo de usar que fomenta la introducción de las nuevas tecnologías y los lenguajes de programación en el entorno escolar.

En concreto, analizaremos y realizaremos una observación práctica del aula 1º C de Educación Primaria del colegio Cardenal Ilundain junto con su tutora Ainhoa Moreno, quien está introduciendo de manera progresiva el uso de estos robots en las rutinas de clase. A través de una entrevista con Ainhoa y de la observación directa en clase, reflexionaremos sobre las posibilidades que aportan estos robots para trabajar el currículo o para trabajar por competencias. A su vez, observaremos las dificultades que tiene esta docente para poder utilizar esta tecnología con sus alumnos, ya que este material no forma parte del plan educativo y no es oficial.

El Colegio Cardenal Ilundain desde el curso 2002-2003 comenzó a trabajar en un proyecto bilingüe, español-inglés, y desde finales del curso 2004-2005 es uno de los centros españoles pertenecientes al acuerdo entre el Ministerio de Educación y Ciencia¹ y el British Council sobre enseñanza integrada de las lenguas. Los contenidos a tratar en cada proyecto deben seleccionarse en base al currículo de Navarra y al británico, secuenciando y distribuyendo dichos contenidos entre castellano e inglés.

Por este motivo y por otros que veremos a lo largo del trabajo, la introducción de estos minibots está siendo algo lenta y costosa. Ainhoa es la tutora de inglés y debe coordinar el trabajo de aula con la cotutora de castellano. Todo el material que se usa en clase es de elaboración propia, las plantillas que se utilizan en las actividades con los robots tienen que tener una relación con los contenidos de los proyectos que se

¹ A partir de este momento MEC.

trabajan en clase, y se deben elaborar las actividades y tareas de aula coordinadamente con las otras líneas del mismo nivel. La metodología que utiliza Ainhoa para trabajar con los minibots se adapta a todas las necesidades que hemos comentado y que comentaremos. Supone un reto y una implicación docente importante el llevar a cabo esta propuesta, puesto que se trata de un material poco conocido y poco utilizado entre los educadores/as de nuestro entorno.

Por medio de este trabajo destacaremos la importancia de las nuevas tecnologías en la sociedad y en el ámbito educativo. Realizaremos una breve secuencia histórica de la llegada, origen e introducción de las tecnologías de la información y la comunicación² mediante sus movimientos y producciones.

Siguiendo con el tema de las nuevas tecnologías introduciremos el tema de la robótica en la educación con sus posibilidades para trabajar el currículo y las competencias básicas. Además, analizaremos la evolución y los recursos tecnológicos con los que cuentan los centros.

Dentro de la robótica educativa indagaremos en las teorías de aprendizaje que la fundamentan y describiremos los robots programables Bee-bot y sus aportaciones educativas. Asimismo, utilizaremos la entrevista y la observación en el aula como fuente de información para analizar la realidad y las posibilidades de estas tecnologías en las primeras etapas educativas. Por último, una vez recopilada toda la documentación e información generada procederemos a su análisis y reflexión crítica.

Al igual que este colegio, numerosos centros de nuestra comunidad no cuentan con pizarras digitales en todas sus aulas y no colaboran en proyectos o programas de nuevas tecnologías. Lo que pretendemos en este trabajo es mostrar y acercar otra herramienta educativa inusual en nuestra comunidad que es aplicable a la sociedad en la que vivimos y que hace posible la formación y el aprendizaje significativo de nuestros alumnos.

² A partir de este momento, el término de "Tecnologías de la información y la comunicación" aparecerá como TIC.

Se trata de un material motivador e interesante para ellos, ya que la metodología utilizada es por medio de juegos y dinámicas en las que los niños y niñas son los propios protagonistas de su aprendizaje.

Si se observan los avances que están teniendo lugar en la sociedad tecnológica en la que vivimos, el docente no puede ser un mero observador ante este avance, sino que debe dar un paso al frente hacia ese cambio de metodología que busca una escuela moderna y una transmisión de la información mediante infinitas vías. Estos robots hacen posible la formación de los niños y niñas en este tema, les prepara para comprender e interactuar con el mundo que les rodea.

Las herramientas interactivas son una vía de acceso para entender el mundo –el real y el virtual- y formar a los ciudadanos del mañana en las competencias de un mundo cambiante. La dotación a los centros educativos de nuevas tecnologías de todo tipo es el primer paso pero, por sí solos, los recursos poco aportan si no se interactúa con ellos de forma que estimulen las habilidades de nuestros alumnos/as. Es por eso, que la intención de este trabajo es conocer una metodología capaz de integrar los robots Bee-bot en la educación actual, que tenga en cuenta las necesidades, habilidades e inquietudes de los alumnos/as y que fomente la adquisición de las competencias básicas.

Es importante empezar a actuar desde la base para preparar a las futuras generaciones para que sean capaces de responder a los retos de una sociedad en continuo cambio, para que enriquezcan sus conocimientos de forma personal y sean también capaces de ponerlos en valor a favor de la sociedad de la que forman parte. Por todo esto, los robots Bee-bot se convierten en una herramienta fundamental para comenzar ese proceso de enseñanza-aprendizaje y para empezar a construir su propio aprendizaje desde las edades más tempranas.

“Las organizaciones están cambiando tanto que precisan de profesionales que lleguen con un conjunto de saberes diferente, con más habilidades en el proceso de pensar de manera creativa y resolver problemas complejos. Esta es la forma en la que los

estudiantes de hoy añadirán valor a la sociedad”, asegura Robert Kozma, del Centro de Tecnologías para el Aprendizaje SRI Internacional.³

A través de estos robots queremos explorar el potencial de la nuevas tecnologías no como materia específica, sino como método de aprendizaje. Los jóvenes son nativos digitales, auténticas esponjas que absorben tecnologías muy fácilmente. El objetivo del trabajo en clase con estos robots es dotar al alumno de conocimientos y herramientas para su desarrollo personal, que complementen y enriquezcan la formación actual.

A lo largo del trabajo hemos ido relacionando el tema de los robots, con diferentes asignaturas estudiadas en estos cuatro años de carrera. La asignatura de "Organización Social y Desarrollo Humano" nos hace entender el aula como una sociedad pequeña en la que el profesorado debe ser consciente de la gran diversidad que existe en ella y de los cambios que se van produciendo cada día.

La asignatura de "Sociedad, Familia y Escuela Inclusiva" nos facilita una visión de cooperación y trabajo conjunto entre las familias, el centro y la localidad en la que se encuentra. La educación de los niños y niñas forma parte de todos los agentes que participan en ella y como tal, la responsabilidad que implica ese trabajo tiene que estar dividida entre todos.

Por otro lado, "La profesión docente" nos hace ver la importancia de los planes y proyectos educativos del centro dentro del ámbito de las nuevas tecnologías. El centro tiene un papel fundamental en este proceso de aprendizaje ya que sin la formación del profesorado, no existirá un proceso continuo y completo por parte de los niños y niñas.

La asignatura "Desarrollo evolutivo y Aprendizaje" ayuda a ponerse en el lugar de los niños y niñas. Se tienen que tener en cuenta los procesos por los que pasa el alumnado para saber desde donde partimos y el contexto con el que nos vamos a encontrar. Para que el alumno/a comprenda la realidad de otros países y la riqueza existente dentro de

³ Informe Promethean 29/3/2011 “Aprender sin tiza” pp. 4.
(http://www.socinfo.es/contenido/seminarios/escuela20/informe_promethean.pdf, 27/12/13).

la diversidad hay que sacarle de su propio entorno para que sea capaz de empatizar con otras personas y con situaciones particulares muy diferentes a la suya propia.

Con la asignatura de "Procesos y contextos educativos" la organización de las escuelas tiene un gran valor para mejorar de igual modo la coordinación entre todos los agentes educativos que trabajan en el centro. Dentro del contexto de diversidad, el profesorado atenderá a las necesidades individuales de sus alumnos y alumnas, y fomentará la motivación y el interés para llevar a cabo las actividades en el aula.

En la especialidad de educación física, en particular la asignatura de "Juego motor como elemento educativo", nos facilita los recursos que podemos utilizar en el aula o fuera de ella para trabajar el cuerpo y la mente. Esta asignatura puede ser muy útil a la hora de incorporar los robots ya que nos ayuda a introducir conceptos como la visión espacial, el compañerismo o la resolución de problemas entre otros. Este conocimiento que se genera a través del juego puede ayudar al alumnado en el uso y en el aprendizaje con el robot.

La metodología utilizada en este trabajo se basa en la entrevista personal como fuente de información. En nuestro caso, hemos utilizado una entrevista con una profesora que está trabajando actualmente con estos robots dentro de sus clases. Por otro lado, para completar este trabajo hemos obtenido información de diferentes estudios realizados y páginas de internet. A través de la documentación e información generada se han elaborado una serie de conclusiones y aportaciones relacionadas con el trabajo de los robots en educación. Otra fuente de información no menos relevante ha sido nuestra experiencia propia en el Colegio Cardenal Ilundain, dónde realizamos una observación práctica de la forma de trabajar con esta tecnología y dónde pudimos conocer la respuesta que tenía su uso entre los alumnos de ese aula en particular.

En la realización de este trabajo ha habido algunos desafíos que han dificultado la manera de elaborarlo. Nos ha resultado difícil la forma de organizar y estructurar el trabajo por la falta de información documentada al respecto y por el desconocimiento acerca de estos robots. Los aspectos formales también han sido un pequeño desafío, por el hecho de tener que ceñirte a unos parámetros establecidos previamente. Ha resultado complicado, pero al mismo tiempo muy enriquecedor, el conocer nuevas

herramientas de enseñanza-aprendizaje y el recordar las asignaturas cursadas durante la carrera. Cabe mencionar, que gracias a la colaboración de Ainhoa y su interés por utilizar dichos robots, me ha facilitado mucho la manera de enfocar y realizar el trabajo.

En conclusión, este trabajo muestra el conjunto de aportaciones que nos ofrecen los robots programables tipo Bee-bot dentro de la educación primaria. Hoy en día la situación de los centros y concretamente del profesorado es muy complicada. Los docentes no tienen apenas tiempo para realizar y preparar todas las programaciones escolares y se ven sobrepasados de trabajo. A pesar de todo esto, este trabajo muestra y apoya la formación continua de los docentes, y la búsqueda de nuevas herramientas de enseñanza-aprendizaje que fomenten el aprendizaje significativo y que amplíen las fuentes de conocimiento de nuestros alumnos/as.

2. ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y CUESTIONES

2.1 Historia de las TIC: movimientos y producciones

En primer lugar, explicaremos que se denominan TIC al "conjunto de tecnologías que permiten la producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica y electromagnética. Las TIC incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual"⁴

Actualmente las TIC están sufriendo un desarrollo vertiginoso, esto está afectando a prácticamente todos los campos de nuestra sociedad, y la educación no es una excepción.

Estas tecnologías se presentan cada vez más como una necesidad en el contexto de sociedad donde los rápidos cambios, el aumento de los conocimientos y las demandas de una educación de alto nivel constantemente actualizada se convierten en una exigencia permanente. El uso de esta tecnología nos ha permitido mejorar nuestra práctica docente, desarrollar y fortalecer la educación.

A continuación vamos a desarrollar una breve historia sobre algunos sucesos históricos de la inclusión de las TIC en el área educativa, que nos permitirán tener una panorámica global de su evolución.

⁴ Información obtenida a partir de la página web
(<http://es.scribd.com/doc/36892727/Historias-de-Las-Tics>, 12/11/2013)

Tabla 1: Historia de las TIC

PERIODO	ACONTECIMIENTO
1958	Aparece el primer programa para la enseñanza dedicado a la aritmética binaria, desarrollado por Raht y Anderson, en IBM, con un ordenador IBM 650. A fines de 1960 implementaron 25 centros de enseñanza en EE.UU., con ordenadores IBM 1500. Uno de los mayores inconvenientes que tuvieron fueron los altos costos de su aplicación.
1963	En la Universidad de Stanford, con apoyo de la Fundación Carnegie, de la Academia Nacional de Ciencias y del Ministerio de Educación de EE.UU. Uno de los primeros proyectos, el DIDAO, se desarrolló bajo la dirección de Patrick Suppes. Los materiales preparados se destinaban fundamentalmente al aprendizaje de las matemáticas y la lectura. En el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), un equipo dirigido por Seymour Papert, discípulo de Piaget, comienza la creación de un sistema con dos elementos básicos: el lenguaje de programación LOGO y un robot llamado TORTUGA. "Logo" es una voz derivada del griego logos y contiene, a la vez, las nociones de logo-razón, logo-lenguaje y logo-cálculo. No se trata de un lenguaje informático, sino de un nuevo enfoque en la utilización del ordenador en la enseñanza.
1965	En el campo de la teleinformática, se logró conectar una computadora en Massachusetts con otra en California a través de una línea telefónica. De estos experimentos se derivó el proyecto ARPANET en 1967, y para 1972 ya estaban conectadas varias computadoras y comenzaron a desarrollarse nuevas aplicaciones como el correo electrónico. El crecimiento de ARPANET desembocó en lo que hoy se conoce como internet, establecida como una tecnología para dar soporte a la comunicación de datos para la investigación en 1985 y que hoy interconecta decenas de miles de redes de cómputo en todos los continentes y en el espacio exterior. Recientemente, internet también se ha convertido en uno de los recursos tecnológicos vinculados con la escuela.
1969	La Universidad de California fundó en Irving el Centro de Tecnología Educativa, bajo la dirección de Alfred Bork, donde se desarrollaron materiales para la educación asistida con computadora.
1970	Surgieron en Europa los primeros proyectos para introducir los ordenadores en la enseñanza secundaria. Entre ellos el plan francés de J. Hebenstreit, que contemplaba la formación anual de 100 profesores de enseñanza secundaria de tiempo completo, el equipamiento de 58 centros de enseñanza, el desarrollo de un lenguaje (el LSE) para facilitar la utilización compartida de los programas y la constitución de equipos de investigación y desarrollo de programas EAO. Se presentó el informe Johnsen en Dinamarca, en virtud del cual se dotó con equipos de fabricación danesa hasta el 80% de los centros de enseñanza media. Asimismo, se desarrolló un lenguaje especial, el COMAL. Se creó el lenguaje Pascal y algunas universidades comenzaron a utilizar la computadora en la enseñanza de este lenguaje en un intento por sustituir el BASIC, para aprovechar los beneficios de la Programación Estructurada. La compañía Canon lanza al mercado la primera calculadora de bolsillo el 14 de abril de 1970.
1972	La Unesco y el Comité de Enseñanza de la Ciencia del ICSU (International Council of Scientific Unions), en París, destacaron dos trabajos. Uno fue el uso de las primeras

Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria

	<p>videocaseteras para fines educativos; el otro fue la demostración del sistema PLATO conectado desde las terminales de París hasta la computadora en Illinois. Aparece la primera calculadora científica (HP-35) de la empresa Hewlett-Packard, que evalúa funciones trascendentes como $\log x$, $\sin x$, y sucesiones.</p>
1972	<p>El gobierno de los EE.UU. concedió, a través de la American National Science Foundation (ANSF), 10 millones de dólares a dos compañías privadas, Control Data Corporation (CDC) y Mitre Corporation (MC), con el fin de lograr sistemas para enseñar con computadoras, aplicables a nivel nacional. Produjeron las primeras versiones de sus sistemas, conocidos como PLATO Y TTCCIT*. La Universidad de Illinois, bajo la dirección de Donald Bitzer, en colaboración con Dan Alpert, el proyecto PLATO (Programmed Logia for Automatic Teaching Operations). Aparece como una tentativa de que un ordenador muy poderoso con un gran número de terminales; esto hace que sea económicamente viable. Utilizaba pantallas de plasma que son transparentes y permiten que se superpongan transparencias en color sobre los gráficos generados por la computadora. Distribuyó su material a las escuelas mediante líneas telefónicas ordinarias y desde allí a la terminal del estudiante. Uno de los mayores atractivos de PLATO es la biblioteca, con un catálogo que contiene todas las disciplinas y niveles y representa más de 4000 horas de clase. Desde 1972 se distribuye comercialmente en CD, y también a otras partes del mundo, como por ejemplo Inglaterra, aunque tiene altos costos de aplicabilidad.</p> <p>*TTCCIT (Timeshared Interactive Computer Controlled Information Televisión) utilizaba televisores normales y la transmisión se hacía por cable, lo que implica un alto costo. La programación de este sistema adoptó un formato de tipo heurístico, orientado al estudiante, en el cual el alumno puede hacer o encontrar su propio camino dentro del tema. Contaban con un equipo de escritores, psicólogos educativos, técnicos en evaluación y especialistas en paquetes.</p>
1973	<p>En Gran Bretaña se inicia el proyecto NDPCAL (National Development Program for Computer Aided Learning). Se pretendía el uso de los ordenadores para crear un ambiente que desarrollase la exploración, la experimentación y el aprendizaje, a través del desarrollo de sistemas interactivos de instrucción basados en el uso del ordenador, con programas para simular la conducta de sistemas y organizaciones complejas.</p>
1977	<p>Aparecieron en el mercado los microordenadores o computadoras personales, sistemas basados en el microprocesador que, por su tamaño, potencia, facilidad de uso y reducido costo van a producir una auténtica revolución, no sólo en esferas como el hogar, las profesiones o las oficinas, sino también en el ámbito educativo. Es realmente a partir de la comercialización de los microordenadores cuando en la mayoría de los países se generalizó la elaboración de planes para incorporar las computadoras a los centros docentes de enseñanza media.</p>
1979	<p>Se hicieron las dos primeras implementaciones del lenguaje LOGO sobre microordenadores (Texas Instruments y Apple).</p>
1980	<p>Seymour Papert, matemático y epistemólogo sudafricano que hasta 1965 había estudiado problemas pedagógicos con Jean Piaget en Suiza, y que en 1966 se trasladó a Cambridge, en Massachussets, donde colaboró con Marvin Minsky en la dirección del laboratorio de Inteligencia Artificial, da a conocer una serie de reflexiones sobre el uso de la computadora en la educación y promueve el lenguaje LOGO, desarrollado en el Massachussets Institute of Technology. Las hipótesis de Papert son dos: los niños pueden aprender a usar computadoras, y</p>

	este aprendizaje puede cambiar la manera de aprender otros conocimientos. La propuesta de Papert es diametralmente opuesta a lo que se venía haciendo con las computadoras. En el sistema PLATO, la computadora tenía una serie de lecciones programadas para que el alumno aprendiera. Con el lenguaje LOGO ⁵ , Papert pretende que el niño programe la computadora para que esta haga lo que el niño desea. En esencia, el LOGO le proporciona al niño un ambiente gráfico en el que hay una "tortuga" que puede obedecer una serie de instrucciones básicas, como avanzar una distancia determinada, girar un cierto ángulo hacia la derecha o la izquierda, dejar o no dibujado un trazo por el camino que recorre y, si la pantalla de la computadora es en color, se puede variar el color del trazo de la tortuga. Pero además, la computadora puede aprender secuencias de instrucciones y repetirlas bajo condiciones lógicas predeterminadas.
1985	Empiezan a aparecer programas que se incorporan a la enseñanza en centros de estudios. Aparecen tutoriales de ofimática que enseñan el sistema operativo MS-DOS, WORDSTAR, WORDPERFECT, LOTUS, DBASE, WINDOWS, y otras aplicaciones informáticas. Se enseña programación; lenguajes como PASCAL, C, COBOL, BASIC, DBASE, etcétera.
1986	La compañía Casio presenta la primera calculadora científica con capacidad de graficar, que permite graficar funciones de una sola variable y asociarle una tabla de valores.

Nota: Elaboración propia basada en la información obtenida de la página web (http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD17/contenidos/mt/matematica/investigaciones/historia_tic.html, 2/11/13).

En conclusión, el entorno educativo tal y como lo conocemos actualmente, la forma en que ofrecemos y organizamos la educación y la manera de aprender, cambian al ritmo de las nuevas realidades y necesidades de aprendizaje. Nos encontramos en un entorno escolar donde los alumnos/as son nativos digitales y esto justifica la necesidad de una dedicación especial al estudio de nuevas formas de aprendizaje basadas en las nuevas tecnologías.

⁵ "El Logo es un lenguaje de programación que nace en los años 60. Su creador fue el matemático Seymour Papert, que creó la primera versión de este lenguaje en el año 1967. El Logo es un dialecto del Lisp, y desde el principio se inventó para ser un lenguaje ideal para la enseñanza. Como lo demuestran las características que el Logo tiene como: es un lenguaje flexible, extenso, interactivo y capaz de amoldarse a nuevos enfoques. Normalmente podemos realizar programas con el lenguaje Logo sobre: matemáticas, lenguaje, música, robótica, telecomunicaciones y ciencias. También se usa para simulaciones, presentaciones multimedia, etc. El Logo se creó con el fin de ser accesible a principiantes, pero a la vez ser capaz de conseguir elaborar programas sofisticados y complejos hechos por expertos programadores" (<http://www.larevistainformatica.com/Logo.htm>, 2/11/2013).

En términos tecnológicos, el camino que tenemos por delante no contiene indicadores acerca de cuál es el punto de destino y, tal vez por ello, lo más importante sea no dejar de avanzar, paso a paso, siempre colocando al estudiante y a la mejora de la calidad de su aprendizaje en el centro de nuestras preocupaciones. Lo importante no es la tecnología, sino utilizar la mejor tecnología disponible en cada momento al servicio de una idea: favorecer y universalizar el aprendizaje.

Mediante la puesta en práctica de los robots Bee-bot dentro del aula estamos dedicando una atención especial al estudio de nuevas formas de aprendizaje basadas en las nuevas tecnologías. Estamos utilizando una tecnología en determinadas situaciones para favorecer y ampliar los campos del conocimiento.

La robótica educativa⁶ se apoya en las nuevas tecnologías para crear entornos de aprendizaje. Los robots Bee-bot cuentan con un programa de ordenador para introducirnos en su manejo y alguna aplicación disponible para las “tablets” con las que cuentan hoy en día en muchos centros. Mediante estos recursos tecnológicos, los alumnos aprenden a programar los robots para después utilizarlos en la realidad, en el entorno escolar. Por tanto, podemos decir que la RE y las TIC van de la mano, participan conjuntamente en la creación de nuevas propuestas educativas. Se apoyan para construir nuevas formas de enseñanza-aprendizaje orientadas al desarrollo integral de nuestros alumnos/as.

⁶ A partir de este momento, el término de "Robótica Educativa" aparecerá como RE.

2.2 Funcionalidad de las TIC

Recientemente se han desarrollado tecnologías de aprendizaje basadas en la colaboración y la interacción social que pueden mejorar la calidad del aprendizaje. Sin embargo, este potencial sólo se desarrollará con la aplicación de las metodologías adecuadas y la selección, por parte de los docentes, de las actividades que integren el aprendizaje activo. En los procesos de enseñanza y aprendizaje, las TIC pueden adoptar distintas funcionalidades, basándonos en Ana García y Luis González, docentes del Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación de la Universidad de Salamanca, recogemos las siguientes:



Figura 1: Elaboración propia basada en las teorías y datos ofrecidos por la página web del Gobierno de Navarra.

(<http://parapnte.educacion.navarra.es/2011/03/30/informe-sobre-competencia-digital/>, 19/12/2013)

Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria

A continuación explicamos las funciones de las TIC en educación citadas en la figura anterior.

- Función informativa: presentación de una información estructurada de la realidad.
- Función instructiva: orientación del aprendizaje de los estudiantes, facilitando el logro de determinados objetivos educativos.
- Función motivadora: captación de la atención y mantenimiento del interés de los estudiantes mediante presentaciones atractivas, actividades, refuerzos, etc.
- Función evaluadora: información continua de la actuación de los estudiantes mediante la corrección inmediata de los posibles errores de aprendizaje y la presentación de ayudas adicionales cuando son necesarias.
- Función investigadora: búsqueda y difusión de información, relación de conocimientos, obtención de conclusiones, etc.
- Función expresiva: elaboración de materiales con determinadas herramientas.
- Función comunicativa: canal de comunicación que facilita la tutoría, el intercambio y la colaboración entre estudiantes y docentes.
- Función metalingüística: aprendizaje de los lenguajes propios de la informática.
- Función lúdica: el trabajo con ordenadores tiene para los estudiantes, en muchos casos, connotaciones lúdicas, pero además algunos programas incluyen elementos lúdicos.
- Función innovadora: utilización de una tecnología que permite hacer actividades muy diversas y generar diferentes roles tanto en los profesores como en los estudiantes, introduciendo nuevos elementos organizativos en la clase.
- Función creativa: desarrollo de los sentidos, fomento de la iniciativa personal y despliegue de la imaginación.

Son obvias las ventajas que las TIC ofrecen a la educación, pero su incorporación a las aulas requiere de una reflexión profunda en parte sobre su funcionalidad y metodología, sin olvidar que la rentabilidad de las TIC depende de su adecuada utilización tanto por parte del profesorado como del alumnado.

La RE puede ser una herramienta importante en la introducción de las TIC en las aulas, y viceversa. Por ello, tenemos que conocer el potencial y la funcionalidad que aportan las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Son numerosas las ventajas que ofrecen las TIC, aunque no podemos olvidar que también conllevan algunos riesgos, por lo que su integración en las aulas debe darse de manera global y desde la Educación Infantil, con el objetivo de que los estudiantes manejen las herramientas digitales de manera crítica, con confianza y creatividad, pero también con atención a la seguridad y privacidad.

Al igual que ocurre con las TIC, en el mundo de la robótica educativa existen una multitud de aplicaciones y materiales, lo cual hace necesaria una reflexión sobre sus posibilidades, que facilite el uso y aprovechamiento de cada uno de ellos en función de su potencial.

Toda innovación exige poder (capacidad, medios), saber hacer (competencia) y querer, por lo que lograr que los alumnos alcancen las competencias deseadas exige como pudimos ver en la asignatura "Sociedad, Familia y Escuela Inclusiva" un esfuerzo de toda la comunidad educativa. Si no hay una coordinación y una participación activa por parte de todos los agentes educativos este tipo de tecnología y herramienta educativa no podrá introducirse, expandirse ni podrá funcionar en los centros de enseñanza.

2.3 El camino de España hacia la sociedad de la información

"La reunión del Consejo de Europa celebrada en Lisboa en 2000 se propuso para el año 2010 el objetivo de convertir a la Unión Europea en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. Nacieron así el Plan de Acción Global eEurope y la Acción i2010 para que todos los ciudadanos, escuelas, empresas y administraciones tengan acceso a las tecnologías de la información y las utilicen de la mejor manera posible.

En España, con el fin de acelerar el proceso de convergencia con la UE se creó el Plan Avanza, que se ha extendido desde 2005 hasta 2010 y que ha sido renovado mediante el Plan Avanza 2. Bajo su influencia también se han articulado iniciativas como Red.es y Escuela 2.0 que marcará un antes y un después en la introducción de las herramientas interactivas en las aulas españolas.⁷

En primer lugar, el Plan Avanza posee cinco líneas de actuación: Hogar y ciudadanos, competitividad e innovación, educación, servicios público y medidas o reformas normativas".

Este plan aborda la educación con su eje estratégico "Educación en la era digital". El Plan Avanza intenta incorporar las TIC en el proceso educativo y formativo integrando a todos los agentes que participan en él. Sus líneas de actuación son la creación de infraestructuras de acceso a Internet mediante banda ancha y la creación de redes de área local y la dotación de equipos informáticos en los centros educativos.

En julio de 2010 se aprobó la Estrategia 2011-2015 del Plan Avanza 2. Esta segunda fase da continuidad al primer plan, incorporando las actuaciones en ejecución y actualizando sus objetivos iniciales para adecuarlos a los nuevos retos de la Sociedad en Red.

Por otro lado, Red.ES es una plataforma impulsada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio con el cometido general de impulsar la sociedad de la información en todos sus niveles. En el ámbito formativo dota a los centros de educación de las infraestructuras necesarias para que estén conectados entre sí y dispongan de acceso a los contenidos digitales educativos en red.

⁷ Información obtenida a partir de la página web (<http://parapnte.educacion.navarra.es/2011/06/28/aprender-sin-tiza-uso-de-las-tic-en-las-aulas/>, 12/12/2013).

Por último, el Programa Escuela 2.0 ha sido el último proyecto de integración de las TIC en los centros educativos. El objetivo era poner en marcha las aulas digitales del siglo XXI, aulas dotadas de infraestructura tecnológica y de conectividad.

"El programa Escuela 2.0 se basaba en los siguientes ejes de intervención:

- Aulas digitales. Dotar de recursos TIC a los alumnos y alumnas y a los centros: ordenadores portátiles para alumnado y profesorado y aulas digitales con dotación eficaz estandarizada.
- Garantizar la conectividad a Internet y la interconectividad dentro del aula para todos los equipos. Posibilidad de acceso a Internet en los domicilios de los alumnos/as en horarios especiales.
- Promover la formación del profesorado tanto en los aspectos tecnológicos como en los aspectos metodológicos y sociales de la integración de estos recursos en su práctica docente cotidiana.
- Generar y facilitar el acceso a materiales digitales educativos ajustados a los diseños curriculares tanto para profesores y profesoras como para el alumnado y sus familias.
- Implicar a alumnos y alumnas y a las familias en la adquisición, custodia y uso de estos recursos."⁸

Las actuaciones se centraron, en su primera fase, en el tercer ciclo de Educación Primaria, comenzando el curso 2009-10 con 5º de Primaria en todos los centros sostenidos con fondos públicos y, posteriormente, se extendería a 6º de Primaria y a los dos primeros cursos de la ESO.

La formación de todos los profesores y profesoras implicados en el Programa, así como de los técnicos que serán responsables del apoyo técnico, era fundamental para el éxito de la iniciativa.

⁸ Información obtenida de la página web (<http://www.ite.educacion.es/escuela-20,20/12/2013>).

La formación contemplaba entre sus contenidos los aspectos metodológicos y de gestión de un aula dotada tecnológicamente y asimismo los propios aspectos de funcionamiento del equipamiento del aula.

Además, la formación tenía en cuenta de forma destacada el conocimiento y la generación de los materiales digitales de carácter general y de carácter específico educativo que van a constituir las herramientas habituales del profesorado y del alumnado.

Para ello, el Ministerio, a través de este Instituto, amplió la oferta de sus cursos en Red sobre instrumentos TIC y sus aspectos metodológicos, de experimentación e innovación.

2.4 Navarra y la integración de las TIC

2.4.1. Proyecto Integra TIC/IKT

Antes del nacimiento del Programa Escuela 2.0, el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra definió y puso en práctica el proyecto Integra TIC/IKT. El proyecto Integra TIC/IKT "es una apuesta del Departamento de Educación por la integración metodológica y curricular de las TIC en las aulas de tercer ciclo de Educación Primaria de Navarra, cuyo objetivo fundamental es el desarrollo de la competencia digital del alumnado y profesorado. Este proyecto participa de la misma orientación educativa que inspira el programa Escuela 2.0, del Ministerio de Educación"⁹.

El proyecto comienza en 2009 y se extiende y adapta en años sucesivos a todos los centros públicos de Navarra y, de forma paralela, a los centros concertados. En su primera fase, es un proyecto experimental que se basa en la utilización de tablets PC por parte del alumnado. Esta experimentación no responde solamente al ámbito tecnológico sino que también supone una revisión de la metodología utilizada en gran parte de las materias del currículo, lo cual permite hacer al alumnado más partícipe de su propio proceso de aprendizaje.

⁹ Información obtenida de la página web
(<http://www.educacion.navarra.es/web/pnte/integra-tic/ikt>, 23/12/2013).

Integra TIC/IKT supone que el uso individualizado de las TIC sea superior al 25% del tiempo lectivo en, al menos, tres de las siguientes áreas curriculares: Lengua Castellana y Literatura y, en su caso, Lengua Vasca y Literatura, Matemáticas, Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, Educación Artística y Lengua Extranjera, lo cual permite el uso individual de estos recursos por parte del alumnado y profesorado.

En años sucesivos el proyecto se ha orientado hacia la conversión de todas las aulas de tercer ciclo de Educación Primaria de Navarra en "aulas digitales", con equipamiento de pizarra digital interactiva y la consiguiente adecuación de las aulas.

Junto con la renovación tecnológica de las aulas se aborda la formación del profesorado tanto en los aspectos técnicos de utilización de estas herramientas como en los aspectos metodológicos de su práctica docente.

Si bien es cierto que los proyectos y las diferentes experiencias de los colegios que se incorporan al programa Integra TIC/IKT se desarrollan en los respectivos centros, "el Departamento de Educación asume Integra TIC/IKT como proyecto propio por lo que potencia unas líneas de acción comunes a todos ellos, de tal manera que permitan la cooperación y colaboración entre todos los integrantes del proyecto experimental Integra TIC/IKT:

- Plan de formación específico, tanto para el profesorado como para los coordinadores y coordinadoras de los proyectos.
 - Recursos didácticos digitales y orientaciones metodológicas para el trabajo con estos equipos.
 - Planificación de jornadas presenciales que permitan la puesta en común de las diferentes experiencias de aula, propuestas de mejora, etc.
 - Asignación de asesores de Educación Primaria y de TIC.
 - Desarrollo y adaptación de aplicaciones web y de explotación de recursos didácticos para el aula.
 - Puesta a disposición de un espacio virtual online de colaboración y cooperación para el profesorado participante, que sirve como repositorio de recursos y tablón de
- Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria

anuncios, permite recoger tanto las diferentes propuestas didácticas que surjan en los diferentes proyectos y sirve como de foro al que acudir para compartir las experiencias, plantear propuestas, resolver dudas, etc. "¹⁰

2.4.2. Red de centros. Plan de innovación educativa en ciencia y tecnología.

Dentro de las secciones de TIC y participación educativa del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra tenemos la Red de Centros de Innovación en Ciencia y Tecnología. Hemos seleccionado este plan por su inicio en esta comunidad en el ámbito de la robótica educativa. Surge con el propósito de contribuir activamente a impulsar el talento en el alumnado mediante una renovación metodológica, temática y organizativa del aprendizaje y la enseñanza de la ciencia y la tecnología en los centros escolares de Navarra.

Entre sus objetivos se encuentran: la alfabetización robótica sin requisitos de conocimientos iniciales para profesorado de cualquier asignatura (no orientada exclusivamente a profesores de matemáticas, ciencias o tecnología), y el aprendizaje del robot como objeto de conocimiento y como instrumento de aprendizaje de otros contenidos.

Por otro lado, otro de los aspectos destacados de este plan y que tiene relación con el presente trabajo es la conveniencia de realizar ajustes curriculares para incorporar nuevos temas de relevancia científica y social, como el *aprendizaje de y con robots*, que permite a su vez el desarrollo de proyectos escolares de integración de diversas disciplinas (ciencias, matemáticas, informática, lengua, idioma extranjero...).

¹⁰ Información obtenida de la página web
(<http://www.educacion.navarra.es/web/pnte/integra-tic/ikt>, 23/12/2013).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Fundamentación

3.1.1. La Robótica Educativa

Las empresas e industrias han incorporado procesos de producción y múltiples elementos tecnológicos que incluyen automatismos y control de procesos. Los ingenieros mecánicos, electrónicos y más recientemente los informáticos han asumido un papel protagónico en estos desarrollos. Sin embargo, también existen las demandas de las poblaciones jóvenes de contar con opciones de formación en esta especialidad (Zúñiga, 2006).

La RE se posiciona como un elemento nuevo y necesario de conocer por las nuevas generaciones. Utilizar la robótica en la educación implica el diseño y construcción de un robot. Siendo un robot un mecanismo controlado por un ordenador, programado para moverse, manipular objetos, hacer diferentes y determinados trabajos por medio de la interacción con su entorno (Encarta, 2008). La RE abarca temas multidisciplinarios como lo son: la electrónica, la informática, la mecánica y la física, entre otros.

La RE ha crecido muy rápidamente en la última década en casi todos los países y su importancia sigue aumentando. Esto parece ser un proceso lógico, ya que los robots están incorporándose en nuestra vida cotidiana, pasando de la industria a los hogares. Pero el propósito de utilizar la robótica en la educación, a diferentes niveles de enseñanza, va más allá de adquirir conocimiento en el campo de la robótica. Lo que se pretende es trabajar en el alumno competencias básicas que son necesarias en la sociedad de hoy día, como son: el aprendizaje colaborativo, la toma de decisión en equipo, entre otras (Educativa, 2011).

La RE es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores (Pozo, 2005). Si esos cambios son visibles en la

práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejará en sus acciones y producto (Zúñiga, 2006).

La idea de implementar la robótica como apoyo a la educación tiene sus orígenes desde hace años, en 1983 el Laboratorio del Instituto Tecnológico de Massachusetts desarrolló el primer lenguaje de programación educativo para niño llamado Logo (Pozo, 2005). El surgimiento de kits de robótica ha ayudado a su inserción, ya que éstos se caracterizan por no exigir un conocimiento avanzado de electrónica o de programación.

Países como Corea e India empiezan a incluir la robótica en actividades fuera de clases, al ver los resultados que traía consigo, se reformó el esquema educativo con el cual se incluía la robótica dentro del aula (García, 2010).

La robótica en la educación se ha venido practicando en diferentes países de Asia, Europa, América y África como mencionan (García, 2010), (Mendoza, 2010), (Monsalves, 2011) y (Moreno et. al, 2011) entre otros; haciendo cada vez más popular el uso de la RE dentro y fuera de los planes curriculares de diferentes colegios secundarios y escuelas primarias alrededor del mundo.

Hoy en día la robótica se ha integrado en algunos programas de las escuelas primarias y secundarias, e incluso en los jardines de infancia. Esto se debe en parte a que la robótica provoca un alto nivel de atracción para los niños y jóvenes, muchas actividades educativas – cursos de robótica o competiciones de robots- dependen de esta fascinación por los robots móviles.

Gallego (Gallego, 2010), reivindica la robótica educativa como vía para que los alumnos adquieran destrezas y habilidades tecnológicas, pero también en el desempeño del trabajo en equipo (habilidades sociales).

3.1.2. Teorías del aprendizaje que fundamentan la robótica.

3.1.2.1. Teoría de J. Piaget

Jean Piaget sigue siendo la figura más relevante que existe en el panorama teórico del desarrollo cognitivo. A pesar de las numerosas críticas que ha recibido su teoría y de los cambios que se ha producido en las últimas décadas, "su explicación acerca del desarrollo del pensamiento sigue siendo la más completa y estructurada que nunca se haya formulado en esta disciplina"¹¹ (Giménez- Dasí y Mariscal Altares 2008, 23).

Los principales conceptos de la teoría piagetiana son los siguientes:

" La adaptación al medio es el principal motor del desarrollo, tanto biológico como intelectual. En este proceso de adaptación el sujeto asume un papel activo; no sólo percibe y reacciona ante los objetos del medio, sino que actúa sobre ellos, los transforma y a su vez se transforma. Los factores que explican la construcción del conocimiento son la maduración biológica, la interacción con el mundo físico y social y la equilibración.

A pesar del énfasis en la construcción activa del conocimiento, Piaget reconoce el importante papel de los condicionantes heredados. Denominó invariantes estructurales y funcionales a dichos condicionantes. Los invariantes funcionales - la asimilación y la acomodación- permiten la adaptación y son mecanismos que se complementan mutuamente.

El concepto de esquema es central en la teoría de Piaget. Constituye la unidad psicológica básica de funcionamiento. Los esquemas cambian y se reorganizan durante el desarrollo mediante la asimilación y acomodación "¹² (Giménez- Dasí y Mariscal Altares 2008, 22).

¹¹ Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

¹² Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

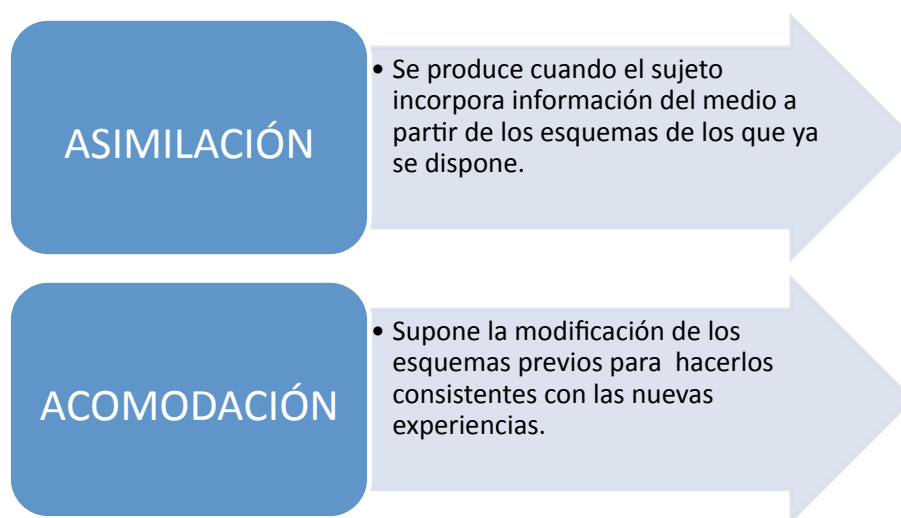


Figura 2: : Elaboración propia basada en los datos de (Giménez-Dasí y Mariscal Altares 2008, 22).

La propuesta teórica elaborada por Piaget tiene, como una de sus principales ideas "el reconocimiento del carácter activo del sujeto en la elaboración de su propio conocimiento"¹³(Giménez- Dasí y Mariscal Altares 2008, 26).

El organismo interactúa con el medio y gracias a las acciones que realiza sobre él puede conocerlo. Las tecnologías y en especial la robótica, permiten la elaboración del conocimiento del alumnado por medio la acción práctica y de su relación con el entorno. Debido a una serie de factores externos e internos el alumnado es capaz de asimilar todo lo aprendido y de adaptarlo dependiendo de las necesidades que tenga.

¹³ Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

Según la teoría de Piaget, el desarrollo del conocimiento se organiza en periodos caracterizados por el empleo y la organización de unos esquemas determinados. Piaget escribió tres periodos: sensoriomotor, operaciones concretas (que incluye el subperiodo pre-operacional y el de operaciones formales). El orden de adquisición de los esquemas correspondientes a los tres periodos no varía, aunque las edades sean sólo aproximadas.

A continuación presentamos un esquema con los rasgos correspondientes a cada uno de los periodos del desarrollo de Jean Piaget.

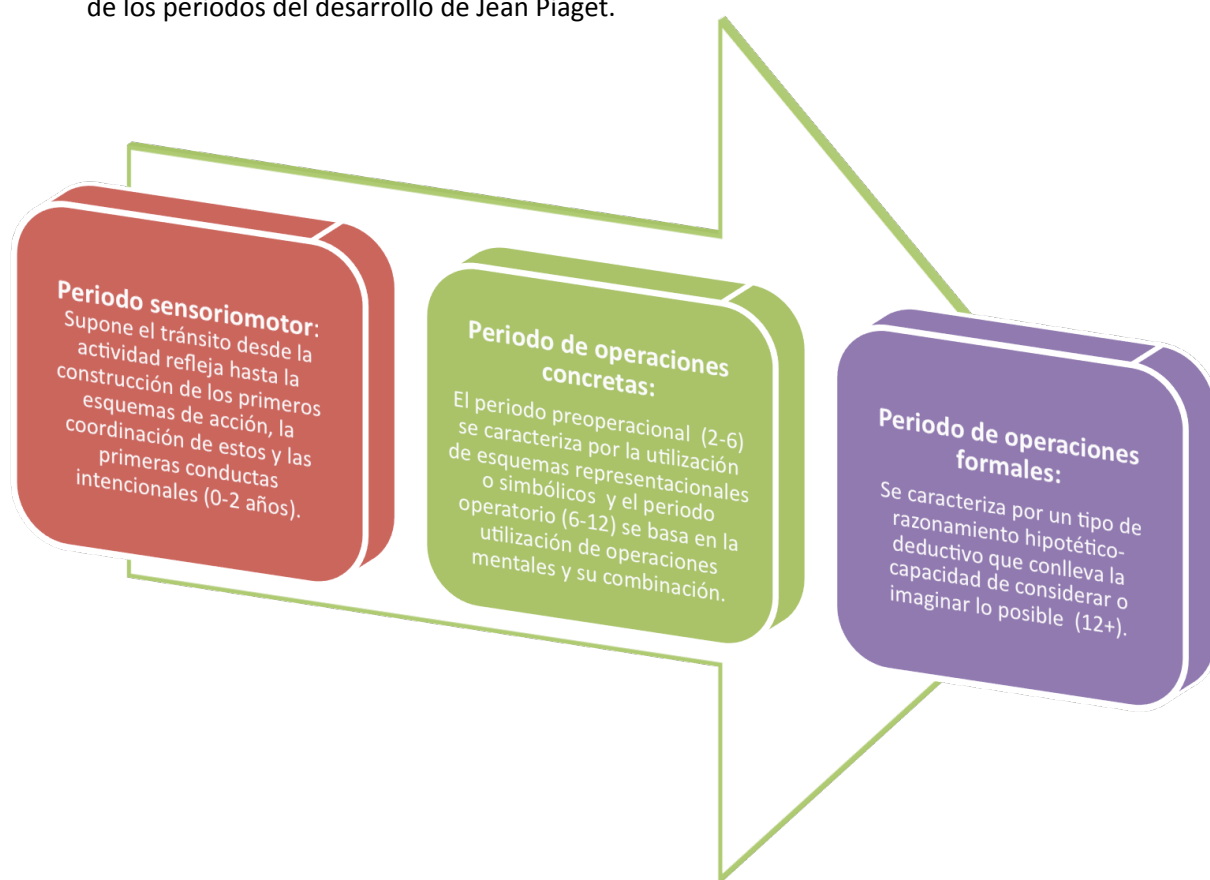


Figura 3: Elaboración propia basada en los datos de (Giménez-Dasí y Mariscal Altares 2008, 22).

Este trabajo tiene como objetivo el alumnado correspondiente entre los 6 y 12 años por lo que son niños y niñas llegados al estadio de las operaciones concretas.

"La denominada por Piaget, *ley de la descentración*, les permite ir tomando conciencia, progresivamente, de que hay más perspectivas válidas y que, además de la propia, las demás personas, pueden, asimismo, tener otras experiencias diferentes con los objetos. (...) Son capaces de inferir conclusiones que van más allá de los objetos observables. (...) La adquisición del pensamiento operatorio ayuda a los niños y niñas a tener una comprensión más compleja, y en consecuencia, más exacta de la realidad" ¹⁴ (Delgado Egido, B. 2009,8).

Teniendo en cuenta que los niños y niñas son capaces de entender otros puntos de vista a parte del suyo y que pueden comprender el resto de realidades sociales, los docentes deben potenciar la formación en estas edades y utilizar todos sus recursos educativos para ello.

Por medio de las nuevas tecnologías y en especial hacemos relevancia en este trabajo a la robótica educativa, los alumnos son capaces de trabajar el pensamiento operatorio concreto a través de diversas dinámicas y actividades motivadoras para su aprendizaje personal.

El procesamiento de la información es otro punto importante destacado por Piaget en esta etapa de desarrollo. Este enfoque explica "el progreso cognitivo que acontece a lo largo de la infancia como un aumento de las capacidades cognitivas para procesar y analizar la información de modo más complejo y eficaz"¹⁵ (Delgado Egido, B. 2009, 4).

La información que obtienen las personas del medio, la procesamos, la codificamos en nuestra memoria y la recuperamos y utilizamos para resolver problemas y tareas diversas.

Por otro lado, los niños y niñas, reciben información de diversos medios y más tarde la utilizan para llevar a cabo diferentes actividades cognitivas. El primer componente cognitivo que marca, claramente, diferencias notables con respecto a los periodos

¹⁴ Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

¹⁵ Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

evolutivos anteriores es la atención selectiva, es decir, "la habilidad para atender y centrarse en la información relevante e ignorar la irrelevante o distractora"¹⁶ (Delgado Egido, B. 2009,18) .

Las actividades realizadas por medio de la robótica para el aprendizaje de los niños y niñas, hacen que el alumnado centre toda su atención en el objeto de juego y del mismo modo adquiera una serie de conocimientos de forma práctica y entretenida para ellos.

3.1.2.2. El modelo de L.S. Vygotski

Vygotski fue un psicólogo del desarrollo con una fuerte formación humanística. Su psicología del desarrollo sitúa los procesos psicológicos superiores en el marco de la historia, de la cultura y de la sociedad. No veía el desarrollo humano desde un punto de vista meramente individualista, sino en su contexto social, histórico y cultural.

Los principales conceptos de la propuesta vygotskiana son:

"La idea más general en la que se basa todo su pensamiento podría cifrarse en el intento de superación de todo tipo de dualismo y en el logro de una síntesis adecuada entre descripción (materialista y concreta) y explicación (interna, social, cultural e histórica).

El primer concepto importante de Vygotski es la mediación. Todos los procesos psicológicos están mediados por procesos sociales, culturales e históricos. El ser humano alcanza sus fines sólo a través de la elaboración compartida de todo tipo de herramientas: físicas, simbólicas y psicológicas, todas construidas en el marco de un proceso social e histórico.

¹⁶ Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

Por otro lado, la ley general del desarrollo cultural o ley de la doble formación de las funciones psíquicas superiores está definida de la siguiente forma. Frente a la idea de que los procesos cognitivos tienen un carácter puramente biológico y, por tanto, universal, con independencia de la cultura, la sociedad y la historia en la que tienen lugar, Vygotski plantea que lo que ocurre es todo lo contrario: son productos de procesos sociales e históricos concretos y específicos, que adoptan distintas formas en función de los sucesivos estadios del desarrollo social e histórico. El desarrollo histórico es la continuación del desarrollo filogenético por otros medios y según otras reglas.

El último concepto es el proceso de internalización en el que el desarrollo psicológico individual es un complejo proceso en el que las personas, y particularmente los niños, se van apropiando de las conquistas acaecidas en el marco del desarrollo histórico de la especie humana" ¹⁷ (Giménez-Dasí y Mariscal Altares 2008, 46).

Según Vygotski, las relaciones entre desarrollo y aprendizaje quedan divididas en dos niveles educativos: nivel evolutivo real y Zona de Desarrollo Próximo.¹⁸

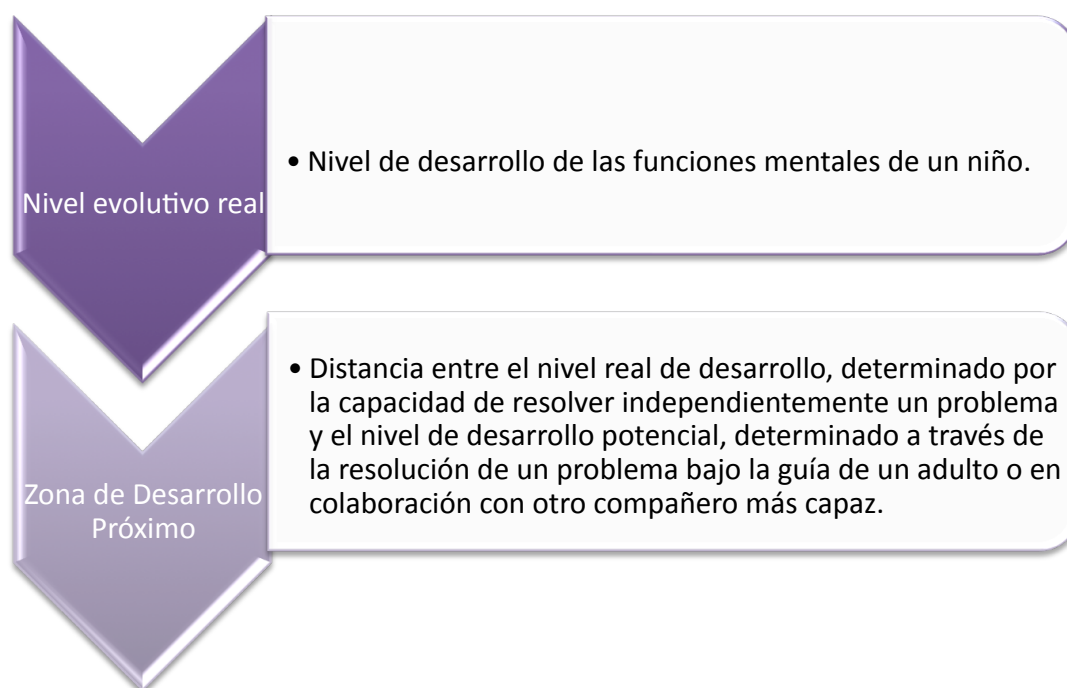


Figura 4: Elaboración propia basada en los datos de (Giménez-Dasí y Mariscal Altares

¹⁷ Este libro se ha utilizado en la asignatura *Desarrollo evolutivo y aprendizaje* cursada en 1º del Grado.

¹⁸ A partir de este momento ZDP.

En la ZDP aparecen las funciones que todavía no han madurado, que en un futuro alcanzarán su madurez y que se encuentran en estado embrionario. Estas funciones nos permiten trazar el futuro inmediato del niño o de la niña.

El nivel de desarrollo de las habilidades interpsicológicas depende del nivel de interacción social.

En cuanto a las implicaciones socio-educativas y relacionando estas teorías con la utilización de la robótica en la educación, el conocimiento se construye socialmente: Los planes de estudio deben estar diseñados incluyendo la interacción social. La ZDP, que es la posibilidad de aprender con el apoyo de los demás, es fundamental en los primeros años del individuo, pero no se agota con la infancia; siempre hay posibilidades de crear condiciones para ayudar a los alumnos en su aprendizaje y desarrollo.

En concreto, las posibilidades de la robótica son numerosas y variadas dependiendo del nivel de cada uno de sus alumnos y de sus necesidades particulares. Si el conocimiento es construido a partir de la experiencia, es conveniente introducir en los procesos educativos el mayor número de éstas; debe incluirse actividades de experimentación y solución de problemas; el ambiente de aprendizaje tiene mayor relevancia que la explicación o mera transmisión de la información.

El diálogo entendido como intercambio activo es básico en el aprendizaje; desde esta perspectiva, el estudio en grupos y equipos de trabajo debe fomentarse; es importante proporcionar a los alumnos oportunidades de participación en discusiones sobre el contenido de la asignatura.

Por otro lado, todos los ámbitos o dimensiones de la educación tienen relación con los medios de comunicación. La educación debe fomentar y desarrollar en los alumnos y alumnas una capacidad crítica que les permita diferenciar entre aquello que se nos muestra y la parte de verdad que hay en ello.

La gran extensión de los medios de comunicación y su capacidad para influir en nuestras vidas se debe hacer frente desde la educación. Los niños y niñas son

vulnerables a este fenómeno y su perspectiva sobre los países o sobre las culturas diferentes a la suya propia se ve influenciada por todo lo que escuchan y ven a través de medios como la radio, la televisión, la prensa y sobre todo Internet.

Esta idea se ve claramente reflejada en el siguiente párrafo:

" Los medios de comunicación de masas - como los periódicos, las revistas, la televisión, la radio, el cine, los vídeos, los discos compactos, etc. - han pasado a desempeñar un papel fundamental en la sociedad contemporánea, ya que llegan a un número enorme de personas y tienen una profunda influencia sobre nuestra vida. No sólo proporcionan entretenimiento, sino que también nos dan gran parte de la información que utilizamos en nuestra vida y la configuran "¹⁹ (Giddens, A. 2006,597).

3.1.2.3. El Construccinismo de Papert y la teoría constructivista.

La Robótica en el ámbito educativo se ha desarrollado de acuerdo a los principios derivados de las teorías del desarrollo cognitivo de Jean Piaget, revisada en su momento por el matemático y psicólogo Seymour Papert. Este autor, quien desarrolló dentro del constructivismo una corriente denominada Construccinismo, fue discípulo de Piaget en el Centro Internacional de Epistemología Genética de Ginebra y orientó su metodología a la creación de contextos de aprendizaje donde el computador tuviese un rol relevante para que los niños pudiesen comprender de manera natural cualquier materia de la enseñanza formal. El construccionismo sitúa en el centro de todo proceso de aprendizaje a quien aprende, otorgándole un rol totalmente activo, ampliando su conocimiento a través de la manipulación y la construcción de objetos (Miglino y otros, 1999).

A través de los robots los alumnos/as pueden manipular y aprender de forma activa propiciando su propio aprendizaje. Estas herramientas tecnológicas sitúan al que aprende en el centro del aprendizaje, los alumnos son los protagonistas de su

¹⁹ Este libro es estudiado en la asignatura " Organización Social y Desarrollo Humano" de 1º.

aprendizaje, y los docentes adoptan el rol de facilitador en esa construcción por parte de los alumnos del aprendizaje.

Papert recoge de Piaget el modelo que concibe al niño como constructor de sus propias estructuras intelectuales, donde el material requerido para erigir estas organizaciones es proporcionado por la cultura circundante. Afirma que el mejor modo de lograr lo anterior es mediante la construcción de alguna cosa, apoyándose en la tecnología (Ruiz-Velasco, 2007).

La teoría constructivista citada anteriormente, hace gran eco en el trabajo con RE. Ruiz-Velasco (2007) y Odorico (2004) quienes concuerdan en definir la RE como una disciplina que tiene por objeto generar entornos de aprendizaje heurístico basados fundamentalmente en la participación activa de los estudiantes, generando aprendizaje a partir de la propia experiencia durante el proceso de construcción y robotización de objetos.

Esta disciplina se realiza bajo una propuesta pedagógica donde surgen como prerrogativas las siguientes: a) generar interesantes y motivadores ambientes de aprendizaje, b) el profesor adquiere el rol de facilitador, c) promueve la transversalidad del currículo y d) finalmente permite establecer relaciones y representaciones (Gatica y otros, 2005). La RE es tratada por algunos autores como Robótica Pedagógica (Odorico, 2004; Ruiz-Velasco, 2007) debido a su énfasis de desarrollo en establecimientos educacionales.

El constructivismo es una teoría que equipara el aprendizaje con la creación de significados a partir de la experiencia. En el trabajo con los robots, la tarea del profesor consiste en crear situaciones de aprendizaje para que el alumnado construya el conocimiento a través de la actividad. El conocimiento se construye en función de cómo el individuo crea significados a partir de la experiencia. Los conceptos, según el constructivismo, van evolucionando a partir de nuevas situaciones y se van recreando a sí mismos, por tanto la memoria siempre está en construcción.

El trabajo con los robots en clase también va evolucionando a partir de nuevas situaciones y el individuo que experimenta con ellos construye su significado, crea significados a través de la actividad.

3.1.3. Presencia de la RE en el currículum

La utilización de la robótica como recurso primordial dentro de la educación de los niños y niñas tiene una gran relevancia dentro del currículum de educación primaria. A través de estas dinámicas y actividades se promueve la transversalidad curricular ya que no sólo trabaja la competencia digital sino que al mismo tiempo abarca las diferentes áreas del currículo. Se trata de un método multidisciplinar ya que el alumnado es capaz de trabajar y desarrollar un aprendizaje en relación a las diferentes asignaturas.

El profesorado tendrá la responsabilidad de trabajar las asignaturas según crea correspondiente siempre por medio de estas herramientas tecnológicas y aprovechando al máximo sus posibilidades educativas. Con este tipo de actividades, no sólo se trabaja la individualidad del niño sino que al mismo tiempo se pueden elaborar dinámicas de trabajo cooperativo en pequeños grupos en los que se desarrolle también una actividad para fomentar las inteligencias múltiples.

En particular, la competencia digital y de tratamiento de la información consiste en "disponer de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, y para transformarla en conocimiento"²⁰. El docente será el encargado de guiar al alumnado a lo largo de este aprendizaje y deberá tener en cuenta la sociedad en la que nos encontramos hoy en día y el entorno en el que el niño ha sido educado, ya que se trata de un entorno totalmente tecnológico, por lo que deberá motivar al alumnado hacia este camino.

Continuando con la información detallada en la Ley Orgánica de Educación²¹ del 2006, en ella se explica que la competencia digital " está asociada con la búsqueda, selección, registro y tratamiento o análisis de la información, utilizando técnicas y estrategias diversas para acceder a ella según la fuente a la que se acuda y el soporte que se utilice

²⁰ Ley Orgánica 2/2006 de 3 de Mayo, de Educación.

²¹ A partir de este momento LOE.

(oral, impreso, audiovisual, digital o multimedia). Requiere el dominio de lenguajes específicos básicos (textual, numérico, icónico, visual, gráfico y sonoro) y de sus pautas de decodificación y transferencia, así como aplicar en distintas situaciones y contextos el conocimiento de los diferentes tipos de información, sus fuentes, sus posibilidades y su localización, así como los lenguajes y soportes más frecuentes en los que ésta suele expresarse"²².

Con este apartado lo que queremos mostrar es que por medio de la robótica y de las tecnologías aplicadas a la educación, no sólo trabajamos la competencia digital sino también la matemática, ya que se necesita una habilidad para utilizar y relacionar los números, sus operaciones y símbolos y así poder utilizar estas herramientas.

Por otro lado, la competencia en comunicación lingüística es primordial ya que el lenguaje es una herramienta de comprensión y representación de la realidad lo que consideramos de vital importancia dentro del aprendizaje de los niños y niñas. En el caso de los Bee-bot, concepto explicado a lo largo de este trabajo, por medio de las fichas y las diferentes dinámicas que se pueden desarrollar con ellos, los niños son capaces de trabajar todas las competencias dependiendo del enfoque que le quiera dar el docente.

Las posibilidades de enseñanza y aprendizaje son diversas y por ello requiere de una gran formación personal por parte del docente para que de esta forma la interacción y el proceso de desarrollo sea mejor.

Otra competencia relevante es la que se basa en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. Por medio de estas herramientas robóticas, los niños y niñas incorporan habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos y también para interpretar el mundo que les rodea.

Disponer de esta competencia conlleva una conciencia de la sociedad y de los diferentes aspectos y valores culturales que en ella tienen lugar. La clase y el conjunto

²² Ley Orgánica 2/2006 de 3 de Mayo, de Educación.

de alumnos que en ella participan forman también una sociedad en la que los niños tienen que ser conscientes de esas diferencias culturales que por un lado les pueden resultar diferentes pero al mismo tiempo son una fuente de riqueza personal y grupal tanto a nivel cognitivo como social.

La competencia social y ciudadana "hace posible comprender la realidad social en la que se vive, cooperar, convivir y ejercer la ciudadanía democrática en una sociedad plural, así como comprometerse a contribuir a su mejora. En ella están integrados conocimientos diversos y habilidades complejas que permiten participar, tomar decisiones, elegir cómo comportarse en determinadas situaciones y responsabilizarse de las elecciones y decisiones adoptadas"²³.

Al dividir a los niños en pequeños grupos y fomentar en ellos valores de responsabilidad, cooperación y trabajo en equipo, poco a poco se va adquiriendo la competencia social ya que en primer lugar deben aprender a trabajar en clase para después hacerlo en el mundo real.

Si los niños aprenden a trabajar de forma responsable y adquieren habilidades para enfrentarse a situaciones nuevas por medio de estas actividades, estaremos enseñando valores fundamentales para su desarrollo personal y al mismo tiempo estarán trabajando la competencia de autonomía e iniciativa personal. Esta última competencia comporta una actitud positiva hacia lo nuevo y hacia el cambio, lo que tiene gran relevancia en nuestro trabajo ya que la utilización de la robótica es algo poco conocido especialmente en Navarra.

Por último, la competencia de aprender a aprender tiene un gran papel dentro de la educación de los niños y niñas. Supone disponer de habilidades para iniciarse en el aprendizaje y ser capaz de continuar aprendiendo por sí mismos lo que facilitan la utilización de las tecnologías. Los niños se inician pero también aprenden a disfrutar conociendo por ellos mismos.

Según indica el currículum "esta competencia tiene dos dimensiones fundamentales. Por un lado, la adquisición de la conciencia de las propias capacidades (intelectuales,

²³ Ley Orgánica 2/2006 de 3 de Mayo, de Educación.

emocionales, físicas), del proceso y las estrategias necesarias para desarrollarlas, así como de lo que se puede hacer por uno mismo y de lo que se puede hacer con ayuda de otras personas o recursos. Por otro lado, disponer de un sentimiento de competencia personal, que redunde en la motivación, la confianza en uno mismo y el gusto por aprender"²⁴. Como bien se define en este párrafo, es fundamental la motivación por aprender y en esto tiene una gran importancia la función del docente por motivar a sus alumnos. Para la adquisición de capacidades intelectuales y cognitivas, utilizaremos la robótica y las tecnologías como herramienta para su desarrollo y aprendizaje.

Los niños y niñas tienen que valorar su aprendizaje como un elemento enriquecedor de su vida personal y social y por ello merece su esfuerzo y perseverancia a la hora de adquirirlo. Es necesaria la autoevaluación, la responsabilidad y el compromiso personal del alumnado para aceptar sus errores, aprender de ellos y con el resto de sus compañeros.

Al igual que las competencias y como ya hemos citado anteriormente, las áreas que forman parte del currículum de Primaria se trabajan de forma transversal con estas tecnologías. Aquí tienen importancia la creación de proyectos educativos en los que el trabajo cooperativo es fundamental para el aprendizaje de los niños y niñas.

3.1.4. Utilidades de la RE

Se han realizado variados intentos por mejorar los ambientes de aprendizaje de los estudiantes tratando de erradicar el modelo unidireccional basado en la transmisión y recepción de conocimientos, implementando un modelo que estimule el constructivismo y la metacognición en función de responder a las necesidades de aprendizaje que surgen de la actual sociedad de la información. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han sido un aporte en la creación de ambientes de aprendizaje motivadores para los alumnos (Arlegi, 2008; Gaticas y otros; 2005; Ruiz-

²⁴ Ley Orgánica 2/2006 de 3 de Mayo, de Educación.

Velasco, 2007) y la Robótica Educativa (RE) emerge como una nueva posibilidad de integrar las TIC al currículo.

La inclusión de la RE como herramienta tecnológica es coherente con la reconversión de la práctica pedagógica que promueven los actuales métodos de enseñanza replanteando los roles y funciones de todos los actores educativos. En esta perspectiva, se conceptualiza el uso de robots con fines educativos, constituyéndose en una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje. Existen beneficios al integrar la robótica como herramienta de apoyo para el aprendizaje de diversos contenidos curriculares y autores como Ruiz Velasco (2007), Raffle, Yip & Ishii (2007) y Bers y otros (2006) reconocen que esta disciplina promueve el constructivismo, la interdisciplinariedad y el aprendizaje significativo.

La relación, influencia e integración entre partes de dos o más materias constituye interdisciplinariedad. La RE une lo lúdico con lo interdisciplinario como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento, logrando que los estudiantes comprendan los contenidos curriculares al verlos materializados en proyectos que implican diseño, investigación, construcción y control de mecanismos, desarrollando en ellos un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal (Acuña, 2004; Odorico, 2004; Raffle, Yip & Ishii, 2007; Ruiz-Velasco y otros, 2006; Sánchez, 2004).

La RE privilegia un entorno de aprendizaje colaborativo donde los sujetos aportan para los aprendizajes del grupo y a su vez el grupo colabora para los aprendizajes de cada sujeto (Liang, Readle & Alder, 2006). En el aprendizaje colaborativo el aprendizaje individual se logra mediante las actividades del grupo o comunidad. El sujeto comparte los recursos con el grupo y utiliza el trabajo realizado en grupo para aprender (Nourbakhsh y otros, 2005).

Un ambiente de aprendizaje apoyado por la RE constituye una experiencia que contribuye al desarrollo de la creatividad (Do & Gross, 2007; Chambers, Carbonaro & Rex, 2007) y el pensamiento de los sujetos (Wiesner-Steiner, Schelhowe & Wiesner, 2007).

La utilización de dispositivos tecnológicos que faciliten el acceso a información, la administración, gestión, control y exploración, aportan los elementos para que el sujeto desarrolle aprendizajes significativos en un medio orientado a la experimentación y la exploración. Desde esta perspectiva, la RE favorece el logro de este tipo de aprendizaje (Cabrera, 1996; Ruiz-Velasco, 1996). La RE otorga la posibilidad de que el sujeto construya su propia estrategia para adquirir conocimientos, alejándose de la pasividad tradicional (Nour-bakhsh y otros, 2005; Ruiz-Velasco, 2007).

3.1.5. El robot programable Bee-bot

"Bee-bot (Abeja Robot) es un material educativo diseñado para desarrollar las capacidades elementales de la programación, y sus implicancias: ubicación espacial y cognición, motricidad y percepción, lógica y estrategia.

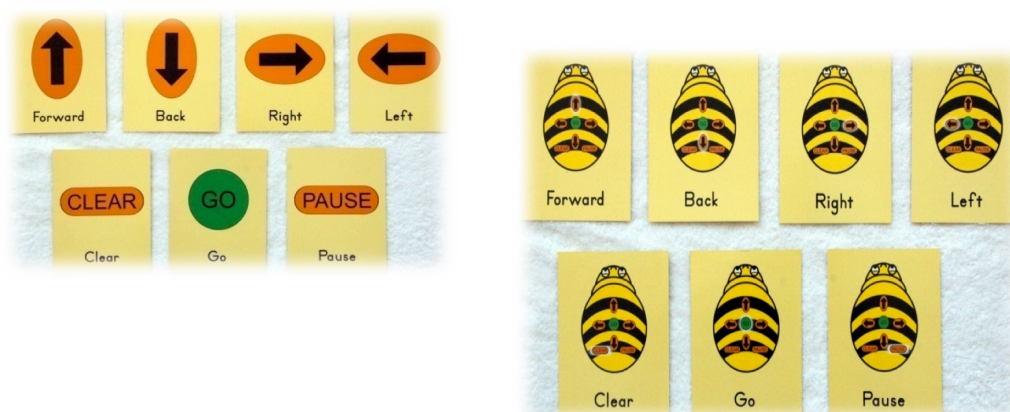


Figura 5: Obtenida de la página web (<http://www.rmeducation.com/us/shops/rmusa/Product.aspx?cref=PD1494504>, 3/1/14).

Consiste en una abeja-robot cuyos movimientos se realizan en ángulos de noventa grados, y que debe programarse para conseguir una secuencia coherente sobre cada plantilla. Así, con una programación adecuada, la abeja-robot podrá deletrear una palabra, realizar una sumatoria, cada vez que se detiene en un espacio, según sea plantilla de abecedario o números que vienen con la Bee-bot. Luego, las plantillas pueden cambiarse por cualquier actividad que el educador decida.

Este material fue uno de los ganadores del BETT Award 2006 de la British Educational Communications and Technology Agency (BECTA), entidad que apoya el desarrollo de estrategias de uso de las TIC en educación".²⁵

El robot programable de suelo Bee-bot tiene un sencillísimo e intuitivo lenguaje de programación para niños y niñas. Su uso permite a los niños mejorar sus habilidades en el idioma y la programación direccional a través de secuencias de adelante, atrás, izquierda, derecha y curvas de noventa grados.



Figuras 6 y 7 : Obtenidas de la página web (<http://www.terrapinlogo.com/bee-botaccessories.php>, 29/12/12).

Esta herramienta educativa incluye sonidos y ojos parpadeantes (Flashing) para confirmar las instrucciones. Es un fantástico recurso para trabajar actividades inter-curriculares y transdisciplinares. Se programa mediante unos botones en la parte superior del robot, botones que proporcionan las funciones de adelante, atrás, izquierda, derecha, empezar, limpiar y pausar. La memoria del robot es capaz de almacenar más de cuarenta pasos y se mueve con precisión en pasos de quince centímetros cada vez, y gira noventa grados.

²⁵ Información obtenida a partir de la página web (<http://www.timebooks.cl/content/robot-abeja-bee-bot>, 1/12/2013).

Su diseño robusto y pequeño hacen de él un material ideal en educación para empezar a enseñar control, lenguaje direccional y programación a niños entre tres y siete años. Es recargable, bien con un cable USB para ser recargado desde cualquier PC, o bien en la red eléctrica con un adaptador a USB.

Por otra parte, estos robots se desplazan a través de unas plantillas adecuadas a sus movimientos. Estas plantillas pueden ser creadas por el propio fabricante o pueden ser elaboraciones propias de los docentes. Además, puede adquirirse un software de simulación Bee-bot para trabajar con ellos a través del ordenador o de las tablets. Este software también incluye la opción de crear distintos escenarios dónde programar el robot.

En cuanto al Colegio Cardenal Ilundain, Ainhoa elabora sus propias plantillas teniendo en cuenta los proyectos del aula y los contenidos a tratar. Según sea el objetivo de la actividad incorpora accesorios y crea diferentes complementos para cada plantilla. Todas sus plantillas son creativas y buscan generar ambientes educativos adecuados a las necesidades, inquietudes y capacidades de sus alumnos/as.

3.1.6. Aportaciones de los robots Bee-bot en educación

Tabla 2: La utilización del robot Bee-bot en educación.

LA PRÁCTICA EDUCATIVA CON LA UTILIZACIÓN DE BEE-BOT :
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genera interesantes y motivadores ambientes de aprendizaje.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El rol del docente se torna en facilitador y el del alumnado en activo e investigador.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promueve la transversalidad curricular ya que agrupa diferentes áreas. Se destituye la idea generalizada que sostiene que la robótica sólo tiene que ver con los contenidos de tecnología, matemática y ciencias, aceptándose su aplicabilidad en otros contenidos de aprendizaje.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fomenta la imaginación, despierta interés y ayuda a comprender mejor el mundo que nos rodea.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite trabajar de manera cooperativa y colaborativamente, facilitando la comunicación, responsabilidad y toma de decisiones.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promueve el juego como estrategia de aprendizaje, el niño juega pero en realidad

aprende.

- Permite que los alumnos experimenten con los conocimientos teóricos adquiridos y a la vez profundizar los mismos. Al mismo tiempo es un recurso para conocer los conocimientos previos del alumnado e introducir nuevos.
- Permite establecer relaciones y representaciones.
- Facilita al estudiante desarrollar competencias que le permitan generar su propio aprendizaje.

Nota: Elaboración propia basada en la información obtenida de la página web (<http://es.scribd.com/doc/86580266/8699905-Robotica-en-La-Educacion>, 5/11/2013).

Por otro lado, partiendo desde la base que estos robots son una herramienta educacional muy interesante para enseñar control, lenguaje direccional y programación en niños en edades tempranas, pueden ser un material importante como introducción de la robótica en educación. Pueden ayudar a establecer distintos cauces de participación de los agentes educativos para llegar y formar parte posteriormente de proyectos de innovación educativa. Y más recientemente, para formar parte ,por ejemplo, de la Red de centros puesta en marcha por el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra dentro del Plan de Innovación Educativa en Ciencia y Tecnología.

Dicho plan surge con el propósito de "contribuir activamente a impulsar el talento en el alumnado mediante una renovación metodológica, temática y organizativa del aprendizaje y la enseñanza de la ciencia y la tecnología en los centros escolares de Navarra".²⁶ La utilización de los robots Bee-bot pueden favorecer de manera activa a la adquisición de un objetivo fundamental de este proyecto, que es el aprendizaje del robot como objeto de conocimiento y como instrumento de aprendizaje de contenidos.

²⁶ Información obtenida a partir de la página web (<http://www.educacion.navarra.es/web/dpto/red-centros-plan-de-innovacion-educativa-en-ciencia-y-tecnologia>, 11/12/2013).

A su vez, el trabajo previo con estos robots en etapas educativas tempranas va a permitir reflexionar acerca del papel de la robótica educativa, para una renovación metodológica y para realizar ajustes curriculares para incorporar nuevos temas de relevancia científica y social, como el aprendizaje de robots y con robots.

3.1.7. Bee-bot y diversidad

Cabe señalar, que "este material fue uno de los ganadores del BETT Award 2006 de la British Educational Communications and Technology Agency (BECTA), entidad que apoya el desarrollo de estrategias de uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en educación. Cada año, BECTA en conjunto con la British Educational Suppliers Association (BESA) desarrolla el concurso BETT Awards, que tiene como objetivo identificar y premiar productos tecnológicos innovadores que demuestran ser eficaces en el aprendizaje de los alumnos".²⁷

Bee-bot es un pequeño robot programable. Emite sonidos y sus ojos se encienden cuando confirma las instrucciones. Una de sus cualidades es que hay una relación directa entre cualquier intento de realización de una actividad en la pantalla del ordenador y lo que después se puede hacer con el robot en el suelo. Los alumnos pueden ir estableciendo relaciones entre sus acciones en la pantalla y en el suelo. Esta confrontación desemboca muchas veces en errores, cuando aparece un resultado distinto al esperado y la corrección de éstos se convierte en una de las tareas más interesantes de la programación con Bee-bot.

Con el Bee-bot (abeja robot) podemos conseguir que el alumno con discapacidad intelectual interactúe con las matemáticas de una forma diferente a la que está acostumbrado: que disfrute, juegue y vea matemáticas donde pensaba que no existían.

A través de estos robots los alumnos con problemas específicos van a aprender jugando y van a trabajar motivados, lo cual va a favorecer a su capacidad de atención.

²⁷ Información obtenida de la página web (<http://autismodiario.org/2011/01/09/la-abeja-robot-que-les-ayuda-a-estimular-a-ninos-con-discapacidad/>, 22/12/2013).

Con esta dinámica de juegos, los alumnos van a ser los protagonistas de su propio aprendizaje y van a generar situaciones de trabajo en equipo.

Los alumnos son los encargados de programar cada robot y esto les permite controlar la situación, adaptar la tarea a su ritmo de aprendizaje y a sus capacidades. Les aporta seguridad y confianza en sus acciones, se sienten motivados y parte de un grupo al trabajar en equipo, lo cual es primordial para evitar la exclusión de estos alumnos por parte de sus propios compañeros. Es una herramienta educativa flexible que permite variar o adaptar el juego en función de las necesidades que presente cada sujeto en cada momento.

Permite a los alumnos comunicarse a través del lenguaje de signos y favorece el aprendizaje de nuevos conocimientos. Además, al trabajar con los robots en parejas o grupos se produce un aprendizaje entre iguales, los alumnos más hábiles ayudan al resto a comprender la dinámica del juego.

Podemos decir que en muchas ocasiones se utiliza para reforzar o ampliar conocimientos previos. Al ser un material físico y visual, les estimula para interactuar con el entorno que les rodea. Estos robots sirven para relacionar diferentes áreas de



Figura 8 : Obtenida de la página web (<http://www.robotica-personal.es/2012/10/robots-para-educacion-infantil.html>, 8/1/2014).

conocimiento y favorece el aprendizaje significativo.

En cuanto a la diversidad cultural, los robots programables Bee-bot crean ambientes inclusivos dónde prima la socialización entre los alumnos/as. Estos robots permiten desarrollar las habilidades sociales de los niños y niñas, que aprenden a respetar y a valorar otras culturas de origen de sus compañeros/as.

3.2. IMPLICACIONES DOCENTES

3.2.1. Generales

Para que un centro pueda trabajar con eficacia en el campo de la RE se necesitan recursos tanto materiales como humanos. El profesorado es el actor principal de su puesta en marcha, recibe la formación y asesoramiento e impulsa proyectos o actividades de robótica para que se desarrollen en el aula.

El papel del centro también es fundamental en la introducción de este material educativo en las aulas. El centro debe tomar la iniciativa e incentivar a sus docentes en la formación, adquisición y utilización de este tipo de tecnologías. En cuanto a los recursos humanos, el centro educativo debe formar un equipo de trabajo compuesto por profesores para trabajar coordinadamente y colaborativamente en el desarrollo de contenidos y en la elaboración de material para trabajar con estos robots dentro de los proyectos del aula.

Una parte de esa formación para el profesorado son los seminarios. Se trata de una serie de actividades en las que se profundiza en un tema educativo, (en este caso RE), y el grado de implicación del profesorado es mayor. Esta formación previa por parte del profesorado es vital para sacar el máximo rendimiento a este tipo de recursos tecnológicos, para establecer pautas y una metodología acorde a los objetivos y a las características del aula. La formación continua también juega un papel fundamental en el entorno docente ya que deben estar al día y actualizarse para poder hacer frente a cualquier cambio que afecte al proceso de enseñanza-aprendizaje y para introducir mejoras en el uso de estas tecnologías.

Por ejemplo, la Universidad Pública de Navarra (UPNA) dentro de la 13ª edición de los cursos de verano y en colaboración con el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra acogió el curso “Campus internacional de RE y programación BYOB/SNAP” sobre RE. Dicho curso tenía como objetivo formar a profesores en la realización de proyectos científico-tecnológicos sobre RE que puedan llevarse al aula.

Para que la integración de estas nuevas tecnologías educativas sea adecuada y duradera es necesario una buena coordinación técnico-pedagógica que asesore “in-situ” al profesorado cuando lo requiera y un buen servicio de mantenimiento de los recursos tecnológicos, de manera que para el profesorado los recursos tecnológicos se conviertan en algo transparente y fiable.

3.2.2. Particulares: Colegio Cardenal Ilundain

En primer lugar, para situar el Colegio Cardenal Ilundain he de decir que se trata de un centro de titularidad pública, dependiente del Gobierno de Navarra y regulado como tal por la normativa vigente. El centro cuenta con unos 713 estudiantes y se sitúa en el barrio pamplonés de la Rochapea, en la parte norte de la ciudad, entre el río Arga, la

Chantrea y los pueblos de Ansoáin y Artica.



Fue inaugurado en el año 1963, respondiendo a la necesidad de escolarización de los niños del barrio y remodelado durante el

Figuras 9 y 10: Obtenidas en las páginas web (<http://pamplonaactual.com/2-300-alumnos-de-primaria-de-pamplona-participan-en-los-talleres-teatrales-municipales/> y http://www.teinteresa.es/navarra/pamplona/Cardenal-Ilundain-alumnos-formacion-desempleados_0_835116662.html, 2/1/2014).



curso 2002-2003. Es un centro de Educación Infantil y Primaria,²⁸ en el que se imparten las enseñanzas del segundo ciclo de E.I. y los tres ciclos de E.P. Desde el curso 2002-2003 este centro ha comenzado a trabajar en un proyecto bilingüe, español-inglés, y desde finales del curso 2004-2005 es uno de los centros españoles pertenecientes al acuerdo entre el MEC y el British Council sobre enseñanza integrada de las lenguas.

Los alumnos/as del centro pertenecen a familias de clase media-baja, con un alto índice de inmigrantes. Las señas de identidad que definen este colegio público son tres fundamentalmente:



Figura 11: Elaboración propia.

- Plurilingüismo: Su alumnado está inmerso en un modelo de enseñanza y aprendizaje integrado de las lenguas inglés y castellano. Además, el Centro desarrolla el Programa Portfolio, que tiene como objetivo el conocimiento y la valoración de las distintas lenguas y culturas presentes en el colegio.

²⁸ A partir de este momento E.I. y E.P.

- Multiculturalidad: al convivir en el colegio gente de tan diversas procedencias no sólo las diferentes lenguas maternas se comparten, sino todas las culturas propias de cada uno de esos pueblos. Intentan de manera consciente y explícita compartir y conocer las diferentes costumbres tanto para fomentar valores de respeto y tolerancia como para enriquecimiento cultural de todos los que conviven en el colegio.

- Pluralismo: las dos anteriores implican necesariamente una aceptación y respeto del pluralismo en el más amplio sentido: lengua, raza, creencias... con todo lo que dicha aceptación implica.

Como queda señalado en la entrevista que realizamos con Ainhoa Moreno (Tutora de 1ºC de E.P. del Colegio Cardenal Ilundain), en cuanto a los recursos TIC con los que cuenta el centro, en primer ciclo de E.P. no tiene pizarras digitales en sus aulas. En infantil cuentan con un proyector y el resto cuentan con ordenadores en cada aula y a partir del segundo ciclo de E.P. ya cuentan con pizarras digitales. También, el centro cuenta con ocho tablets por ciclo, en su caso, cuatro en primero y otras cuatro en segundo curso de primaria.

En el ámbito de la RE, el trabajo que se realiza en el centro es bastante escaso. El único trabajo o iniciativa que se realiza con este recurso tecnológico es el que realiza Ainhoa en sus clases. A pesar de no ser una herramienta oficial y no aparecer en los planes educativos del centro, Ainhoa está introduciendo de manera progresiva el uso de estos robots en sus clases. Como se menciona en la entrevista que le realizamos, al ser un colegio British hay que tener en cuenta el currículum de Navarra y el currículum Británico a la hora de seleccionar los contenidos a trabajar en los proyectos de clase. En el centro se trabaja por proyectos y Ainhoa esta relacionando los contenidos a trabajar en cada proyecto con la actividades con los robots.

En función del proyecto que estén trabajando crea diferentes plantillas por donde se desplaza el Bee-bot. Estas plantillas se basan en los contenidos que la profesora quiere trabajar, ya sea para introducir nuevos conocimientos, refrescar conocimientos previos o reforzar nuevos conocimientos. Las plantillas son de elaboración propia ya que muchas veces las plantillas que se pueden comprar no coinciden con el trabajo que se

realiza en el aula o no son del gusto del profesor. Para la elaboración de dichas plantillas, como hemos comentado, parte de su creatividad e imaginación, incluso de fuentes de información en internet que le aporten ideas para crearlas. Por ejemplo, para trabajar en matemáticas las sumas y las restas, creó un tapete con números del 0 al 15 y un dado con operaciones sencillas de sumas y restas. Cada alumno debía primero lanzar el dado y realizar la operación, y después, debía programar el robot para que se desplazase acorde con el resultado de la suma o de la resta.

El momento de uso de estos robots está siendo un poco variable en sus clases, no hay una rutina de uso estable, pero durante la semana tienen la obligación de hacer una sesión de rincones, entonces ese momento es adecuado para trabajar con los robots en grupos más o menos pequeños de cuatro personas e incluso por parejas. Cada grupo o pareja trabaja con un robot sobre un tapete durante al menos 15 minutos. Durante este tiempo de experimentación y trabajo con los robots el docente adopta el rol de facilitador y de guía. El docente guía a sus alumnos/as en la tarea, fomentando su autonomía e iniciativa personal. Esto permite que los alumnos sean los protagonistas de su aprendizaje y logren un aprendizaje significativo.

En ocasiones, se trabaja por parejas compuestas por un alumno más capaz y otro menos capaz. Estas situaciones educativas fomentan el aprendizaje entre iguales y el juego como método de aprendizaje. Al trabajar en grupos, también se contribuye al trabajo en equipo y cooperativo, potenciando las habilidades sociales del alumnado.

La gran diversidad cultural que existe entre el alumnado del centro convierte a este material educativo en fundamental para trabajar el compañerismo y el trabajo en equipo, y sirve para que los alumnos valoren y respeten otras culturas.

Según explica Ainhoa, son varias las dificultades que limitan las posibilidades de introducción de estos robots en el centro y en sus clases:

- Elegir el momento adecuado para usar los robots sin que interfiera en el trabajo de los contenidos a trabajar.
- Falta de tiempo para la elaboración del material (plantillas).

Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria

-
- Seleccionar los contenidos teniendo en cuenta el currículo de Navarra y el Británico.
 - Secuenciar dichos contenidos y distribuirlos entre castellano e inglés.
 - Elaborar las actividades y tareas coordinadamente con las otras líneas del mismo nivel.
 - Coordinar el trabajo de aula con la cotutora de castellano.
 - Falta de servicio de mantenimiento de estas tecnologías. Si uno de los robots tiene algún problema esto modifica la actividad y afecta al ritmo de la clase.
 - Contar con una sesión más específica para el trabajo con los tapetes.

Por otro lado, si el centro pudiese adquirir el programa informático en relación a los Bee- bot, se podría trabajar mediante el ordenador antes de llevarlo a la práctica física. Además, se ahorraría espacio y tiempo, y los alumnos estarían más motivados al trabajar en el ordenador o con su tablets.

Para que la introducción de estos robots en el Colegio Cardenal Ilundain no fuese una anécdota y se convirtiese en una realidad, según comenta Ainhoa, haría falta que un gran número de profesores estuviese interesado en trabajar con ellos y llevar la solicitud al equipo directo para que entre todos conseguir que se llevase adelante. Junto con esto, sería necesario una formación previa del profesorado del centro para que se introdujesen en el ámbito de la RE y reflexionasen sobre sus funcionalidades.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Materiales

La información acerca de la RE y el desarrollo de las TIC en Navarra la hemos obtenido gracias a diversas páginas web citadas a lo largo de este trabajo. Las teorías e investigaciones desarrolladas en el marco teórico se basan en algunos libros utilizados en clase a lo largo de estos cuatro años de carrera.

Hemos utilizado también la información recogida de la entrevista realizada a Ainhoa Moreno para elaborar el análisis acerca de la utilización de las TIC y la RE en la enseñanza primaria y las razones por las que desde este centro se tiene en cuenta estas tecnologías como medio y recurso principal para enseñar al alumnado.

Un pilar importante en la creación de este trabajo han sido una serie de textos elaborados por otros autores/as para crear el marco teórico de este trabajo relacionado con la utilización de las TIC y de la RE dentro de la educación primaria en Navarra, su presencia dentro de las competencias del currículo de primaria y las diferentes investigaciones y acciones que se han llevado a cabo en Navarra dentro de este ámbito de trabajo.

4.2. Metodología

- **Observación práctica en el Colegio Cardenal Ilundáin:**

A partir de las visitas realizadas a este centro pudimos observar la forma de trabajar con Bee-bot y la utilización de la RE en el aula de primaria. Por medio de la observación directa y la participación práctica en clase fuimos conscientes de la utilidades que aporta esta herramienta educativa. A su vez, pudimos reflexionar acerca de las dificultades que tienen los alumnos en el manejo de estos robots y logramos sacar unas conclusiones que pueden servir para mejorar y adoptar medidas.

Tuvimos la oportunidad de analizar la gran implicación del profesorado a la hora de organizar y realizar actividades con estos robots. También, fuimos conscientes de las dificultades del profesorado para crear e introducir estos materiales educativos dentro de los contenidos a trabajar en el centro.

El trabajo con estos robots no está integrado en el curriculum ni tampoco sigue un proceso constante y continuado a lo largo del curso. Se utilizan en determinados contextos para atender las necesidades de todos los alumnos/as y dotarles de nuevas formas de conocimiento que supongan atractivas y motivadoras para ellos. Para que todo salga bien es importante el trabajo realizado por el docente en la creación de materiales y en su puesta en práctica.

- Revisión del conjunto de asignaturas de la carrera:

A través de la revisión de asignaturas estudiadas a lo largo de estos cuatro años de carrera, hemos podido relacionar los conocimientos estudiados en aquel momento con cada una de las partes de las que está formado este trabajo.

Hemos relacionado asignaturas pertenecientes al campo de la psicología para que seamos conscientes de la importancia que tiene el conocer las necesidades los procesos cognitivos y el desarrollo que va teniendo cada uno de los alumnos/as. De esta forma nos centramos en la enseñanza, poniendo gran relevancia en el alumno/a como principal agente de su aprendizaje, de manera que todos los conocimientos vayan dirigidos a su evolución como persona.

Por otro lado, aparecen asignaturas relacionadas con la sociedad en la que vivimos, las familias y el centro educativo. La revisión de estas asignaturas, nos han ayudado a relacionar el trabajo de la RE, y la importancia que existe en la coordinación y colaboración de todos los agentes educativos que formen parte de este proceso. La localidad y las familias tienen que estar unidas con el trabajo realizado por el profesorado y el centro escolar, para que de esta forma, los objetivos conseguidos sean mayores. Las características de la sociedad en la que vivimos tienen que tenerse en cuenta a la hora del proceso

enseñanza-aprendizaje ya que el aula es una parte de esa sociedad y como tal presenta los rasgos de ella.

- Trabajo con fuentes secundarias para elaborar el marco teórico:

Para la elaboración del marco teórico hemos recopilado diferentes textos que nos han facilitado información acerca de las TIC y de la RE. Hemos utilizado las ideas de diferentes autores/as para concretar esos conocimientos tan relevantes en nuestro trabajo.

Con el trabajo de estas fuentes hemos realizado diversas tablas y figuras que completan las ideas definidas a lo largo del marco teórico.

- Entrevista:

Hemos realizado una entrevista a Ainhoa (Tutora de Inglés de 1º Educación Primaria en el Colegio Cardenal Ilundáin de Pamplona). La entrevista nos ha facilitado parte de la información que necesitábamos para llevar a cabo un análisis de la experiencia con Bee-bot en Navarra, ya que en el resto de colegios apenas se conoce.

- Elaboración del análisis

He elaborado un análisis a través de la utilización de los textos encontrados, la información obtenida por medio de la entrevista y de los diferentes informes acerca de la RE en los centros educativos de Navarra. Particularmente, hemos desarrollado un breve análisis a partir del Colegio Cardenal Ilundáin de Pamplona en el que realizamos varias visitas y observaciones prácticas acerca del trabajo realizado allí sobre las tecnologías y en particular sobre la herramienta educativa Bee-bot.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Robots Bee-bot

Los robots Bee-bot han resultado ser una herramienta educativa muy interesante para trabajar en niños de 3 a 7 años. Estos robots influyen en la motivación y en el interés de los alumnos/as en el trabajo diario de clase, favoreciendo su atención para la adquisición de conocimientos. A partir del uso de estos robots se fomentan entornos de aprendizaje basados en el juego, el concepto de “aprender jugando” adquiere mayor sentido y fuerza en la labor docente, y su sentido ya no queda relegado exclusivamente a la asignatura de educación física.

Actualmente, en muchos centros se trabaja por proyectos, y se dedica tiempo y esfuerzo en la creación de proyectos acordes a los contenidos a trabajar por el currículo. Este material educativo se adapta perfectamente al trabajo por proyectos, se convierte en un recurso motivador tanto para los docentes como para los estudiantes para trabajar distintas áreas de conocimiento y para desarrollar las competencias básicas que establece el currículo.

Además, uno de los aspectos más relevantes en los que estos robots contribuyen dentro de las aulas es el desarrollo de las habilidades sociales de los alumnos/as. Nos encontramos ante una sociedad tecnológica y cambiante, pero a su vez, los centros educativos son un espejo de la diversidad cultural que existe en nuestra sociedad. La labor docente debe estar dirigida a establecer actividades que fomenten la socialización entre sus alumnos/as y el respeto hacia otras culturas. Con estos robots se crean actividades dirigidas al trabajo en equipo y se refuerza el concepto de colaboración y cooperación entre iguales.

Uno de los aspectos que puede mejorarse en la utilización de esta tecnología es que todavía hay muchos centros que la desconocen o que simplemente no tienen interés en trabajar con ellos. Debido a las dificultades por las que pasa hoy en día la sociedad en general, y en nuestro caso la educación, el profesorado tiene una gran cantidad de trabajo que realizar por lo que utilizar esta tecnología le puede suponer un peso más a su labor como docente.

En cuanto a las nuevas tecnologías, el uso que se hace de ellas en la mayoría de los centros se limita a la utilización de pizarras digitales. A través de estos robots se fomenta la utilización de las nuevas tecnologías de manera continua y estable a lo largo del año con lo que los resultados son mucho más positivos.

5.2. Resultados de la observación y de la entrevista

En la entrevista con Ainhoa Moreno queda claro que el trabajo que se está realizando con estos robots avanza poco a poco, de momento no está incluido dentro de una rutina más continua. Bajo su punto de vista, se puede decir que estos robots son un recurso educativo aplicable para trabajar el currículum y para trabajar las competencias.

Pese a todas las dificultades que hay en la educación debido a los recortes y a la acumulación de trabajo por parte de los docentes, es importante la labor de esta profesora en la introducción de los robots en los diferentes proyectos de aula. Su participación, formación y exploración de estas herramientas educativas forman el pilar básico para introducirlas en el aula. El docente está ofreciendo a sus alumnos/as nuevas formas de conocimiento y de entender el mundo que les rodea.

Como pudimos observar, son muchas las aportaciones que ofrecen estos robots en la educación actual. Permiten introducir las nuevas tecnologías en las actividades diarias de clase y fomentan la utilización de la RE como herramienta educativa. Estos robots establecen un punto de partida dentro de la RE para trabajarla en etapas educativas superiores. Sirven para que los alumnos vayan identificando y adquiriendo nuevas destrezas o habilidades en el campo tecnológico de manera más cercana y motivadora.

El uso de los robots como pudimos observar en el centro les resulta interesante y motivador siempre y cuando sean los propios alumnos los protagonistas del aprendizaje. Los alumnos deben manejar y experimentar con los robots para lograr un aprendizaje significativo y construir su propio aprendizaje. El tiempo es otro factor que influye en la motivación y en la atención de los alumnos/as en estas actividades. El uso de estos robots debe ser corto en tiempo, no se debe utilizarlos durante un tiempo prolongado ya que los alumnos pierden interés y se descentran. Es mejor realizar

varias actividades con estos robots a lo largo de la semana o a lo largo de un proyecto que dedicar una sesión entera a su utilización.

Además, la agrupación de los alumnos es fundamental para la realización correcta de estas actividades. Los grupos deben ser pequeños o en parejas para evitar conflictos y falta de atención. En muchos casos, cuando se trabaja en grupos grandes pierden interés y no se preocupan de la actividad hasta llegar su turno de juego. Por ello, se debe trabajar por parejas o en grupos pequeños.

Una de las ventajas que se producen al trabajar en grupos o en parejas es el aprendizaje entre iguales. Mediante estos ejercicios con robots los alumnos más capaces ayudan a los menos capaces, desarrollando el trabajo colaborativo y cooperativo. El trabajo en equipo se convierte en pieza clave de estas actividades para el alumnado, con el fin de desarrollar de manera adecuada las habilidades sociales de cada alumno/a.

A través del trabajo con estos robots lo que se pretende es relacionar las diferentes áreas de conocimiento, de forma que los niños y niñas puedan aprender de una forma más entretenida e interesante para ellos. Al trabajar diferentes disciplinas construyen mejor sus esquemas de conocimiento, otorgando un significado mayor a sus conocimientos. La principal metodología es el juego y a través de diversas dinámicas, el alumnado aprende un lenguaje de programación jugando, experimentando y resolviendo problemas, lo cual lo hace más motivador y accesible a sus capacidades e intereses.

Otro de los detalles a destacar de nuestra observación ha sido la enseñanza en valores. Por medio de estas actividades con robots, los alumnos aprenden a identificar, valorar y respetar otras culturas. El profesorado es el principal encargado de facilitar estos entornos de aprendizaje basados en el respeto y trabajo en equipo. Para que se lleven a cabo estos trabajos con robótica los docentes deben tener un gran compromiso y una formación respecto a estas tecnologías, y en muchos casos, los docentes ni siquiera poseen el tiempo necesario para esa formación, debido a las numerosas tareas que deben realizar en su trabajo diario.

En la entrevista realizada con Ainhoa Moreno podemos ver que la situación del colegio Cardenal Ilundain es diferente a la de otros centros. El centro forma parte de un acuerdo con el British Council que le delimita un poco el trabajo que tiene que seguir. Los contenidos a trabajar en el aula deben estar seleccionados del currículo de Navarra y del currículo Británico. Por tanto, es importante su labor docente para introducir estos robots de manera que tengan relación con los contenidos a trabajar y se trabaje en colaboración con las otras líneas del ciclo.

5.3. Propuesta

El principal problema con este tipo de tecnología es la falta de documentación y el desconocimiento que existe en nuestro entorno educativo. Pensamos que sería una buena idea formar una red de centros interesados en la formación previa en este tipo de herramientas y en la creación de proyectos educativos que tengan como base la RE.

Esta red de centros tendría como objetivo formar docentes capaces de apreciar y utilizar la robótica como herramienta educativa. Cada centro compartiría sus trabajos y experiencias en reuniones organizadas a lo largo del curso escolar. A través de estas reuniones se reflexionaría sobre posibles mejoras y sobre sus futuras aplicaciones educativas.

Además, la red de centros contaría con un servicio técnico-pedagógico disponible para cada centro para asesorar en el trabajo con estos robots y para ofrecer un servicio de mantenimiento de estos materiales. Este servicio permitiría un trabajo más continuo y fiable de los robots en el aula.

6. CONCLUSIONES

La utilización de la RE dentro de los centros educativos supone una aportación muy positiva al trabajo por proyectos y en el desarrollo de las competencias del currículum. Para que esta herramienta educativa sea cada vez más importante dentro de los centros, lo principal es la formación del profesorado y la implicación por parte del centro educativo en la puesta en marcha de estas tecnologías. La motivación por parte de los docentes y su interés por seguir un proceso continuo a lo largo del curso, tiene que ser primordial para que todo salga adelante.

Hemos podido comprobar la buena acogida de la RE entre los alumnos del Colegio Cardenal Illundain a la hora de trabajar con ellos en los proyectos de aula. Los alumnos aprenden jugando y al ser nativos digitales trabajan motivados y conscientes de lo qué hacen y para qué lo hacen. Es verdad que muchos de los alumnos/as no dominan del todo realizar los giros con los robots y tienen que programar el robot introduciendo las ordenes de una en una, pero todos son capaces, como explicó Ainhoa en su entrevista, de desarrollar sus habilidades sociales, una de las importantes para ella en su clase donde abundan la diversidad cultural.

Al trabajar con estos robots los alumnos se sienten seguros y motivados al ser los protagonistas de su aprendizaje. Crean su propio aprendizaje y trabajan cooperativamente entre iguales, lo cual les hace sentirse parte de un grupo y ganan en seguridad para trabajar colaborativamente. Al trabajar con diferentes áreas de conocimiento se favorece el proceso de construcción de conocimientos de los alumnos/as.

Como hemos mencionado se trata de un material educativo novedoso por lo que requiere una implicación y formación mayor por parte docente. Se trata de una herramienta muy interesante y productiva siempre que se respeten los tiempos y ritmos de aprendizaje. Como ocurre con la nuevas tecnologías debemos emplear una metodología adecuada teniendo en cuenta nuestros objetivos y posibilidades para sacar mayor rendimiento a estos robots. Por parte docente, supone un gran trabajo, la preparación de los materiales, la programación de las sesiones y la coordinación con el resto del profesorado.

Eneko Satrústegui Plano

REFERENCIAS

- Arlegui, J.; Menegatti, E.; Moro, M. & Pina, A. (2008). *Robotics, Computer Science curricula and interdisciplinary activities*. Workshop proceedings of SIMPAR 2008. Venice, Italy (10-21).
- Bers, M.; Rogers, C.; Beals, L.; Portsmore, M.; Staszowski, K.; Cejka, E.; Carberry, A.; Gravel, B.; Anderson, J. & Barnett, M. (2006). *Innovative session: early childhood robotics for learning*. In *Proceedings of the 7th international Conference on Learning Sciences*. International Society of the Learning Sciences (1036-1042).
- Chambers, J.; Carbonaro, M & Rex, M. (2007). *Scaffolding Knowledge Construction through Robotic Technology: A Middle School Case Study*. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*. 6: 56-70.
- De Blas, A. (2012) *El comienzo es siempre hoy. Incorporando el Enfoque basado en Derechos Humanos a la Educación para el Desarrollo*. Madrid: InteRed.
- Delgado Egidio, B. (2009) *Psicología del Desarrollo. Desde la Infancia a la Vejez*. Volumen 2. Madrid: McGRAW-HILL.
- Raffle, H.; Yip, L. & Ishii, H. (2007). *Remix and Robo: sampling, sequencing and real-time control of a tangible robotic construction system*. *Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design and Children*. ACM, NewYork, NY, 89-96.
- Educativa, D. d. (2011). *Guía Didáctica para el responsable del Programa de Robótica Educativa*. Sinaloa.
- Enciclopedia Microsoft Encarta 2008.
- Gallego, E. (2010). *Robótica Educativa con Arduino una aproximación a la robótica bajo el hardware y software libre*.
- García, E. M. (agosto de 2010). *Guía Didáctica para el Responsable del programa Robótica Educativa*.

- Gatica, N.; Ripoll, M. & Valdivia, J. (2005). *La Robótica Educativa como Herramienta de Apoyo Pedagógico*. Las TIC en el Aula. Madrid: Anaya.
- Liang, W.; Readle, J.C. & Alder, C. (2006). *Teaching robotics to cybernetics students. International Journal of Electrical Engineering Education* 43(4): 358-368.
- Mendoza P. (2010). *El espacio de los contenidos digitales de la UNED*.
- Miglino, O.; Cardaci, M. & Hautop, H. (1999). *Robotics as an Educational Tool*. Journal of Interactive Learning Research 10, (1): 25-47.
- Monsalves, S. (2011). *Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente*. Revista de Pedagogía, 32 (90), 81-117.
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí Patiño, K. y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 74-90
- Nourbakhsh, I.; Crowley, K.; Bhawe, A.; Hamner, E.; Hsiu, T.; Pérez-Bergquist, A.; Richards, S. & Wilkonson, K. (2005). *The Robotic Autonomy Mobile Robotics Course: Robot design, curriculum design and educational assessment*. Autonomous Robots 18:103-127.
- Odorico, A. (2004). *Marco teórico para una robótica pedagógica*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. 1(3): 34-46.
- Pozo, E. G. (2005). *Técnicas para la Implementación de la Robótica en la Educación Primaria*.
- Raffle, H.; Yip, L. & Ishii, H. (2007). *Remix and Robo: sampling, sequencing and real-time control of a tangible robotic construction system*. Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design and Children. ACM, New York, NY, 89-96.

- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y latecnología*. Madrid: Díaz de Santos.
- Wiesner-Steiner, A.; Schelhowe, H. & Wiesner, H. (2007). *The Didactical Potential of Robotics for Education with Digital Media*. International Journal of Information and Communication Technology Education, 3(1) 36-44.
- Zúñiga, A. L. (2006). Fundacion Omar Dengo. Recuperado el 12 de Noviembre 2013, http://www.fod.ac.cr/robotica/descargas/roboteca/articulos/2009/motor_innova_corto.pdf.

ANEXOS

ANEXO I: Entrevista

❖ **AINHOA MORENO** (Profesora y Tutora de 1ºC de Primaria del Colegio Cardenal Ilundain)

☐ LUGAR: Colegio Cardenal Ilundain (Rochapea)

☐ FECHA: 16 de Diciembre del 2013

☐ TIEMPO: 11'22''

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO

- ¿Qué tipo de Centro es? ¿Qué modelo educativo tiene implantado?

Pues... Este es un centro British ,el cual tiene un convenio con el British Council entonces se trabaja con el curriculum Británico y el curriculum de Navarra. Esto nos obliga aquí en el centro, a tener la mitad de las sesiones en ingles pero no cualquier área. Las instrumentales tienen que ser la mitad en castellano y la mitad en ingles, como matemáticas y conocimiento del medio....eso es básicamente lo que mas nos restringen. Además de tener contratado a personal docente por la parte del British Council y del propio ministerio de educación de Navarra.

No se puede tener una tercera lenguaesa son las características básicas que lo diferencian . Bueno también , fuera de las características del tema British aquí se trabaja por proyectos. Esto nos permite tener flexibilidad a la hora de desarrollar las sesiones pero esto conlleva una carga de trabajo extra para el profesorado. Para los alumnos es mucho mas motivador porque a sus gustos ,intereses y necesidades o a la contra siempre es un poco mas estresante para los profesores.

- ¿Con qué recursos TIC cuenta el centro?

Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria

La mala suerte que tenemos en primer ciclo es que no tenemos pizarras digitales cuando el resto de los ciclos las tienen...todavía no nos ha llegado , quizás el año que viene. En infantil cuentan con un proyector y el resto contamos con ordenadores en cada aula además de disponer de dos aulas exclusivas de ordenadores. Es verdad hay bastante pero todavía no nos a tocado.

- ¿A lo largo de la semana tenéis la posibilidad de utilizar una pizarra digital?

Aquí funcionamos con bastantes desdobles. Entonces, la parte de la clase que sale en desdoble puede tener la opción de ir a un aula que este vacía donde haya pizarra digital.

- ¿El profesorado ha recibido formación respecto a las TICs?

Este año se está haciendo un curso de pizarra digital como formación de centro pero luego el resto de la formación es la que tú te proporcionas de forma autónoma.

CARACTERÍSTICAS DEL AULA

- ¿Número de alumnos?, ¿Edades?, ¿ Diferentes culturas?.....

Son niños de entre 6 y 7 años, de los que nos encontramos con marroquíes, sudamericanos , de Europa del este. Tenemos también de etnia Gitana, tenemos un poco de todo. Diversidad cultural, social por ello te tienes que adaptar a esas diferencias.

- ¿Tienes algún alumno con necesidades educativas especiales?

Hasta hace poco hemos tenido una alumna que por un accidente necesitaba silla de ruedas pero su recuperación esta avanzada y ya no la utiliza, pero no, ninguno con necesidades educativas especiales.

LOS ROBOTS

- ¿En qué momentos utilizas los robots?, ¿En qué zonas ?, ¿Qué metodología utilizas?

Bueno es un poco variable, suelo...durante la semana tenemos la obligación de hacer una sesión de rincones entonces ese momento está muy bien porque es un grupo más o

menos pequeño y puedo trabajar cada uno con su robot sobre un tapete...entre unos cuatro o cinco alumnos, como tenemos uno averiado y solo tenemos cuatro hay uno que siempre lo tienen que compartir.

Lo trabajamos más o menos así. Cada grupo unos 15 minutos . Yo suelo estar con ellos dándoles las pautas más directamente y cuando ellos ya van entendiendo y siendo más autónomos ya les dejo un poco más de flexibilidad y autonomía.

- ¿Cuáles son los objetivos?

Yo intento meterlos dentro de los contenidos que toca trabajar en el proyecto, así aparte de desarrollar las habilidades con las nuevas tecnologías robóticas, se trabaja contenidos, ya sea específicos del proyecto como en este momento estamos con las estaciones del año y los planetas con vocabulario específico o con matemáticas con sumas y restas o fonética. Siempre englobado dentro de los contenidos para trabajar más cosas, siendo una herramienta también.

- ¿Entonces dirías que sirven para trabajar las competencias básicas?

Sí, sí, por supuesto. Las competencias básicas y no sólo las más puramente teóricas, sobre todo las habilidades sociales. Ellos tienen que negociar entre ellos, organizarse las tareas y eso para mí es uno de los puntos más fuertes que le veo a la robótica.

- ¿Entonces sería un aprendizaje constructivo?

Sí, entre iguales. Cooperativo también.

- ¿Cómo elaboras los tapetes?, ¿Plantillas o imaginación?

(risas). Internet, celo y mucha imaginación. Adquirirlos son caros y muchas no se ajustan de forma explícita al objetivo a desarrollar. Entonces, viendo los contenidos que tienes que trabajar ...en base a eso los elaboro. Existen muchos trabajos hechos y los he rescatado para usarlos pero otros son elaboración propia.

- ¿Te encuentras dificultades en cuanto a tiempo, materiales,?

Hombre...me gustaría disponer de una sesión más específica para el trabajo con los tapetes, y ya, si pudiera, obtener el programa en relación a los bee-bots, para también

Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria

poderlo hacer sobre el ordenador antes de llevarlo a la práctica física. Sería una gran ayuda.

- ¿Qué piensas que sería necesario en el colegio Cardenal Ilundain para introducir los robots en el currículum de forma oficial?

Eso tiene que ser una decisión del centro, entonces primero que esté interesado un gran número de profesores, llevar la solicitud al equipo directivo y entre todos conseguir que se llevase adelante. Lo que pasa es que bueno , también es una carga extra y ahora es complicado conseguir que la gente se involucre.

- ¿Crees que sería necesario una formación previa?

Claro. Porque bueno estos robots ...mi experiencia me dice que pueden fallar, van con pilas recargables, hay que recargarlas todos los días,

- ¿Como ventaja podíamos decir que son menos costosos que otros tipos de robots?

Por supuesto. Bastante menos costosos que los Legos. También son más limitados, más sencillos.

- ¿Consideras importante el uso de las nuevas tecnologías dentro de estos procesos de enseñanza y aprendizaje?

Sí. Hoy los niños ya nacen en la era digital, los ordenadores , las tablets , los móviles... entonces para ellos es mucho más llamativo y es mucho más cercano en cuanto ven algo en relación a las nuevas tecnologías, ya están atentos y les resulta mucho más fácil aprender las cosas. De hecho, se me a olvidado comentarte que aquí disponemos de tablets. Tenemos ocho tablets por ciclo, cuatro en primero y cuatro en segundo que también las podemos usar en el aula.

Lo ves con ellos, en cuanto los sacas todos quieren participar en esa actividad, que con un método más tradicional ya les cuesta más. Todo lo que es escribir les cuesta más.

- ¿A la hora de evaluar que parámetros utilizas?

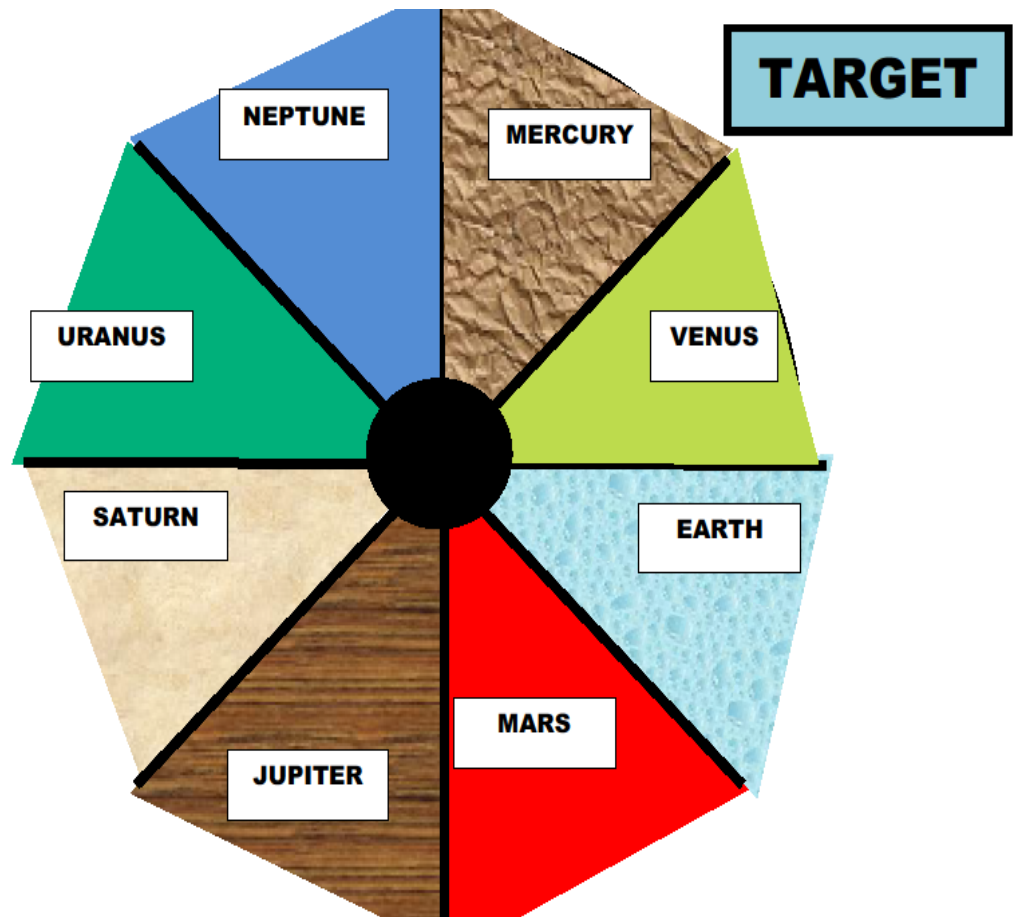
Yo reconozco que por ahora el uso de los robots no lo evalúo dentro de las notas. Llevo mi propia evaluación, voy tomando nota de cómo van los niños, si saben utilizar en

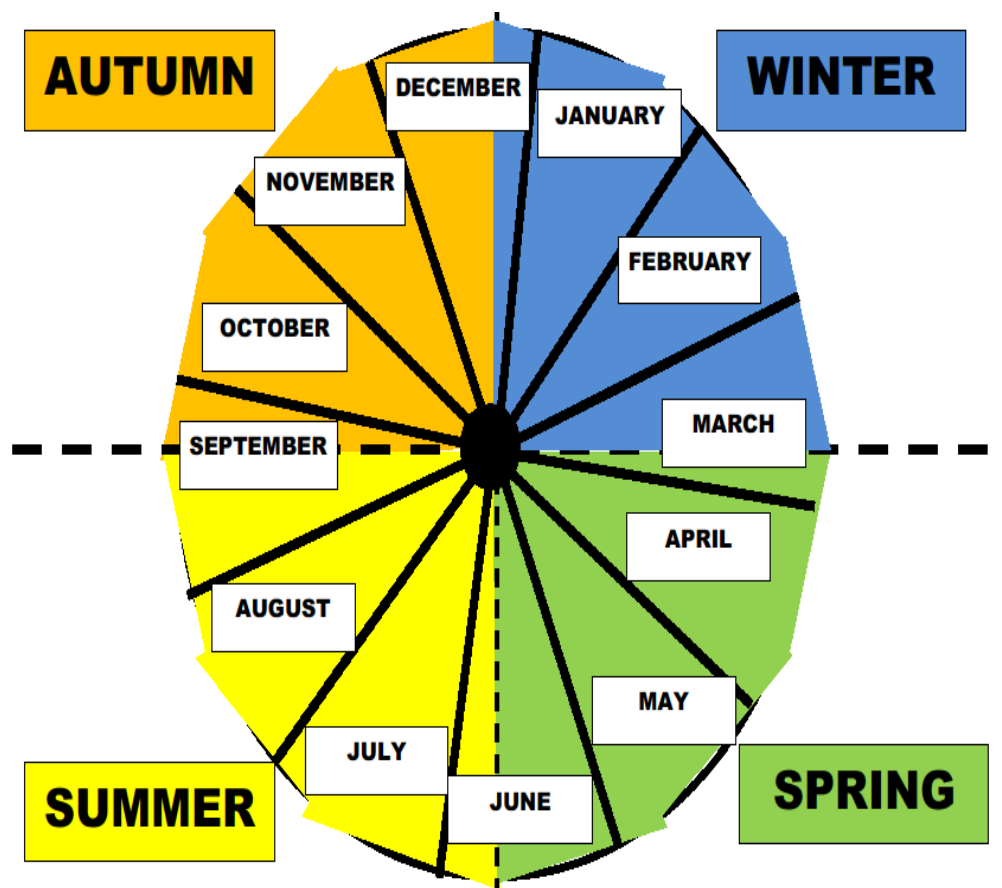
condiciones el robot pero lo que más me interesa es que se queden con el vocabulario específico que estamos trabajando en los tapices. En el caso de los números, las sumas y las restas. En el caso de los planetas, sus nombres y orden de los planetas o alguna característica de los planetas y que los diferencien del resto. En el caso del tapiz de las estaciones, el nombre de las estaciones, los meses del año y ese tipo de cosas.

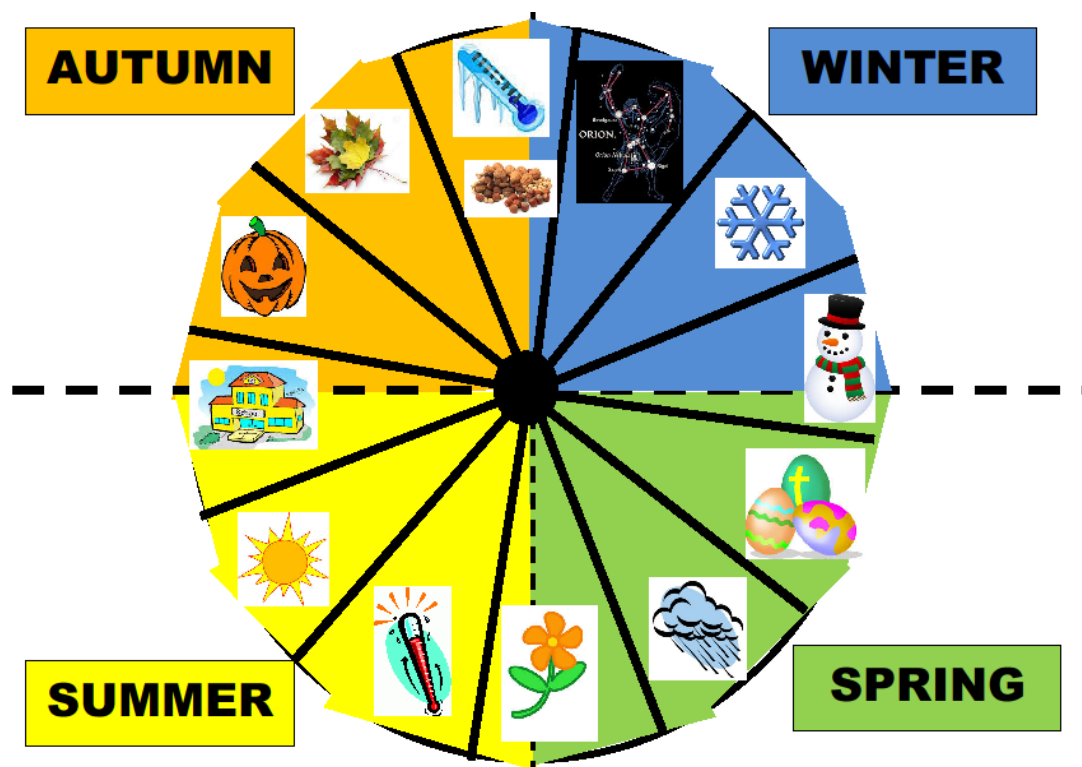
- ¿Seleccionas a los alumnos a la hora de mandarles al tapete con un alumno que este más avanzado?

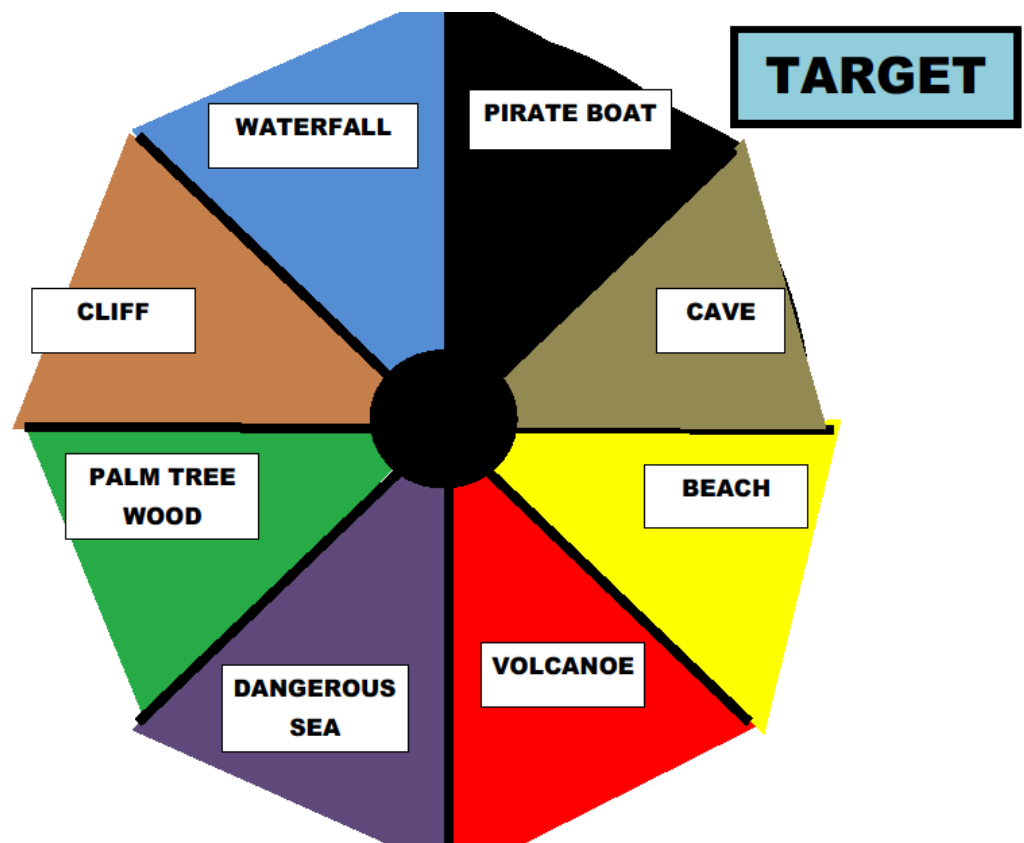
Los grupos están hechos para que se puedan ayudar entre ellos. Mezclas a los más hábiles con los que tienen más dificultades. Para buscar la necesidad de que se ayuden entre ellos. Muchas veces los coloco en parejas para que el resultado satisfactorio como erróneo sea de ambos.

ANEXO II: Plantillas Bee-bot









Aportación de los robots programables Bee-bot en primaria